

ŘADA B
PRO KONSTRUKTÉRY
ČASOPIS
PRO RADIOTECHNIKU
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ
ROČNÍK XXVI/1977 ČÍSLO 1

V TOMTO SEŠITĚ

HŘIŠTĚ NA TELEVIZNÍ OBRAZOVCE

Elektronika a hry	2
Tah koněm	2
Šachová bitva	3
Elektronické hry na televizní obrazovce	
Základní vlastnosti televizního obrazového signálu	6
Způsob modulace obrazového signálu	7
Blokové zapojení televizního přijímače	8
Popis a funkce jednotlivých obvodů a součástek televizních her	9
Zdroje pro napájení obvodů s IO	15
TV tenis	
Všeobecný popis	15
Popis funkce	16
Popis zapojení	18
Stavba přístroje	21
Varianty základního zapojení	26
TV hra s tranzistory	
Obrazové generátory, generátory synchronizačních impulsů	31
Daiši polřebné obvody	32
Současný stav v oblasti televizních her	33
Dodatek: přípravek a sonda pro zkoušení IO	34
Vývoj a perspektivy elektroniky - mikroprocesory	36

AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydává ÚV Svařaru ve vydavatelství Magnet, Vladislavova 26, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 57-1. Šéfredaktor ing. F. Smolík, zástupce Luboš Kalousek. Redakční rada: K. Bartoš, V. Brzák, K. Donát, A. Glanc, I. Harminc, L. Hlinský, P. Horák, Z. Hradík, ing. J. T. Hyun, ing. J. Jaroš, doc. ing. dr. M. Joachim, ing. F. Králik, prom. fiz. L. Kryška, ing. I. Lubomírský, K. Novák, ing. O. Petráček, L. Tichý, ing. J. Vackář, CSc., laureát st. ceny KG, ing. J. Zima, J. Ženíšek, laureát st. ceny KG. Redakteře Jungmannova 24, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 51-7, řídí ředitelka 354, redaktor, I. 352. Ročně vydeje 6 čísel. Cena výtisku 5 Kčs, celoroční předplatné 30 Kčs. Rozšířuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil vydavatelství Magnet, administrace Vladislavova 26, Praha 1. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel. Dohledací pošta Praha 07. Objednávky do zahraničí vydává PNS, vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Tiskne Naše vojsko, n. p., závod 08, 162 00 Praha 6-Liboc, Vlastina 710. Inzerci přijímá vydavatelství Magnet, Vladislavova 26, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 51-7, linka 294. Za původnost a správnost příspěvku ručí autor. Návštěvy v redakci a telefonické dotazy pouze po 14. hodině. Číslo indexu 46044.

Toto číslo vyšlo 14. ledna 1977.
© Vydavatelství MAGNET, Praha

VÁŽENÍ ČTENÁŘI

setkáváme se v letošním roce poprvé nad Amatérským rádiem řady B, pro konstruktéry. Této příležitosti bychom chtěli využít k drobné rekapitulaci loňských událostí a k tomu, abychom vás seznámili s programem AR řady B na letošní rok.

V úvodních v jednotlivých číslech loňského ročníku jsme vás postupně seznámovali se základními politickými a společenskými událostmi roku, s novými trendy vědeckotechnické revoluce a jejími vlivy na vývoj společnosti a techniky. Rok byl bohatý na události – nejvýznamnější událostí byl bezesporu sjezd KSSS a sjezd KSČ. Oba tyto sjezdy ve svých materiálech zdůraznily kromě jiného význam techniky a elektrotechniky i v elektronice pro další rozvoj naší společnosti a našeho hospodářství – stejnou tematiku se zabývalo i sympózium našeho časopisu u příležitosti 25. výročí založení AR. Závěrem roku slavila „kulaté“ výročí, 25 let, i naše branná organizace, Svař, pro spolupráci s armádou; oslavy tohoto výročí probíhaly v těsné souvislosti s volbami, jimiž dal celý národ najevo, jaká je jeho vůle a jak si váží moudrého vedení státu a společnosti vedoucí silou společnosti, dělnickou třídu a jejím předvojem, komunistickou stranou.

Závěry sjezdu a směrnicemi pro další rok přetížily, do něhož nastupujeme, jsme se snažili řídit i my ve své práci. Posláním našeho časopisu je vychovávat nové pracovníky pro naš průmysl, dátáv základní informace mladým zájemcům o elektronice, aby z nich byli noví výzkumní, vývojoví a popř. i řadoví pracovníci v elektronice, v oboru, který jsme si všichni oblíbili a který je jedním z nejperspektivnějších oborů techniky vůbec. Kromě toho jsme se snažili i vyplnit volný čas studentů, žáků i pracujících tím, že jsme jim poskytovali vhodné námety jak pro práci, tak pro promýšlení nebo i pro zábavu. Probereme-li si čísla minulého ročníku (1 – Různé aplikovaná elektronika, 2 – Jednoduché přijímače VKV, 3 – Kvadrofonie, 4 – Zajímavá zapojení, 5 – Číslicové měřicí přístroje, 6 – Aplikovaná elektronika v domácnosti), zjistíme, že výběr témat je tak pestrý, že si lze vybrat podle zájmu a podle zaměření. Pro letošní rok jsou připraveny následující námety: po č. 1, které se zabývá konstrukcí „hřiště na obrazovce“ (což je jeden z největších komerčních úspěchů aplikované elektroniky, srovnatelný téměř s úspěchem kapesních kalkulaček) budou v č. 2 zajímavá a praktická zapojení (již po desáté), v č. 3 povídání o konstrukci elektronických hudebních nástrojů, v č. 4 výběr ověřených i neověřených konstrukcí ze všech oborů elektroniky, v č. 5 se autoři pokusí o souhrn toho, co se požaduje od Hi-Fi zařízení (s příslušnými konstrukcemi) a konečně v č. 6 budou probírány operační zesilovače a číslicové IO včetně konstrukcí několika zařízení s těmito, dosud u nás poněkud opomíjenými stavebními prvky (pořadí se může měnit).

Při přípravě obsahu nového ročníku AR (stejně jako při rozhodování o tom, co vůbec tisknout) máme v současné době velké potíže – jde o rozpor mezi požadavkem vyhovět nároku vědeckotechnické revoluce, tj. otiskovat především zapojení co nejmodernější, s moderními stavebními prvky, a mezi cenami těchto prvků, pokud jsou vůbec na trhu. Jsou-li stále ještě ceny diskrétních prvků (elektronek a tranzistorů) podstatně výhodnější než ceny integrovaných obvodů, pak je tento rozpor skutečně určujícím problémem při tvorbě programu časopisu. Zatím jsme celou tu věc řešili tím, že občas otiskujeme

i náročná zařízení (jejichž pořizovací cena je značně vysoká) jako stavební návod, a občas pouze jako technickou informaci. K ilustraci toho, co bylo řečeno, stačí vzít si jako příklad např. elektronické hodiny. Cena těchto hodin (např. těch, které jsme tiskli v Příloze 1975) je asi mezi 6 až 7 tisíci Kčs, a to pouze jejich základní verze. Doplňme-li si základní hodiny časovým spínačem nebo jiným doplňkovým zařízením, jejich cena se úměrně zvětší (zde bylo na místě napsat spíše že se zvětší neúměrně). Složitost a náročnost běžných konstrukcí, nepoužíjí-li se moderní stavební prvky – integrované obvody, je tak značná, že od rádií každého běžného zájemce.

O několik odstavců dříve jsem se zmínil o operačních zesilovačích. To je též jeden z moderních stavebních prvků, jejichž šíření mu využití brání především jejich neúměrně vysoká cena. Přitom právě operační zesilovače jsou součástkami, které značně zjednoduší a zklvalitní obvody a přístroje a jejichž použití je velmi univerzální a perspektivní.

Před časem jsme se v jednom z našich interview v „červeném“ AR zmínili o snížení cen integrovaných obvodů i polovodičových diskrétních prvků; tajně jsme přitom doufali, že toto snížení cen umožní nákup těchto prvků i tém dříve narozeným a těm, kteří mají „hlouběji do kapsy“. Snížení se však bohužel týká pouze velkoobchodních cen, v maloobchodních cenách se zatím neprojeví. Je to velká škoda, neboť málo co by mohlo pomoci rozvoji radiotechniky a elektroniky vůbec, jako právě snížení maloobchodních cen součástek.

Nezbývá tedy nic jiného, než se prozatím držet starého schématu – tisknout jednoduché konstrukce s diskrétními prvky a složitější konstrukce jednak jako stavební návody (občas) a jednak jako technické informace bez bližších konstrukčních údajů. Tyto konstrukce pak doplňovat informacemi (obvykle ze zahraničních pramenů), jak to „dělají jinde“.

I když to snad bude vypadat, jako že se stále vracíme k jednomu a témž problému – znovu je třeba zdůraznit, že vzhledem k potřebám národního hospodářství a vědeckotechnické revoluce vůbec bylo na místě, kdyby se v oblasti cen především polovodičových součástek podrobily revizi hladiny cen, jejichž snížení by vedlo k pronikavějšímu využití nových, moderních prvků, jejichž používání není v zádném případě luxusem, ale nezbytností, která se navíc projevuje i v jiné oblasti – v úsporách materiálu, energie, ruční práce atd. – a to by nám mělo jít především.

Snad bylo vhodné upozornit ještě na jeden závažný problém – a tím je snížení cen nemoderních prvků a dílů, které se vyrábějí dlouhou dobu beze změny. Je, myslím, nedostatkem, že od doby zavedení výroby až do doby ukončení výroby (a tato doba je v těch případech, které máme na mysli, velmi dlouhá) též oné součástky nebo dílů, i výrobku, je jeho cena stále stejná. Výrobce pak nemá důvod zavádět do výroby nové prvky, naopak – výroba nových výrobků přináší vždy určitá rizika; tím, že se vyrábí stále stejný sortiment, je těchto rizik ušetřen. Avšak tato pětrosí politika je v přímém

rozporu s nároky vědeckotechnické revoluce a s požadavky, které jsou na moderní průmysl moderního socialistického státu klade ny. Kdyby se např. u výrobku, který je na trhu déle než tři roky, samočinně snížila cena např. o třetinu, znamenalo by to pro výrobni

podnik takovou ztrátu, že by byl nuten vyrábět jiný výrobek, modernější, nebo starý alespoň inovovat. To by sice vyžadovalo větší nároky na výzkum, vývoj a nakonec i na výrobu, ale takováto praxe by našla jistě podporu u všech spotřebitelů a odběratelů

a kromě toho by se lépe využívalo iniciativy a pracovního nadšení pracujících pro další rozvoj životního úrovně všeho lidu a zabezpečování materiálních a nakonec i duchovních potřeb nás všech – obyvatelstva s vyspělým socialistickým zřízením.

HŘÍŠTĚ na televizní obrazovce

Elektronika a hry

Stejně tak jako i do jiných oborů lidské činnosti začíná elektronika pronikat výrazně i do oblasti zábavných her. Na stránkách AR bylo již publikováno také mnoho návodů na tzv. elektronické kostky – elektronika v těchto a podobných přístrojích plní pouze pasivní funkci. To znamená, že nemá podstatný vliv na průběh samotné hry. Poměrně složité elektronické obvody pak pouze nahrazují obyčejnou hrací kostku.

Dalším krokem v uplatňování elektroniky v oblasti her jsou konstrukce různých hracích automatů. Tyto stroje jsou schopny hrát jednoduché hry a představují tak vlastně automatického protihráče. U těchto her má již elektronika vlastní aktivní funkci.

Nejvhodnějším typem her, kterých je možno využít pro hrací automaty, jsou tzv. kombináční hry. Hry tohoto typu dělají v zásadě možnost každému z hráčů proanalyzovat všechny možné varianty a po jejich zhodnocení vybrat tu, která vede k nejlepšímu výsledku. V některých případech to ovšem není možné, neboť počet kombinací je příliš velký. Příkladem takové hry mohou být šachy. Kdybychom chtěli prostudovat všechny možné varianty této hry, nestačil by nám na to celý život. Pomocí teorie her se dá však dokázat, že v kombináčních hrách existuje vždy pro jednoho z hráčů taková herní varianta, která vede vždy k vítězství, bez ohledu na způsob hry druhého hráče; to znamená, že hra nemůže skončit nerozhodným výsledkem. Při určitých počátečních podmínkách a za předpokladu, že hráči dělají pouze optimální tahy, je výsledek pro jednoho z hráčů dán tím, má-li první tah on nebo jeho soupeř.

Pro ilustraci uvedme jednu variantu velmi známé hry Nim. Tuto hru hrají dva hráči. Na stůl se položí hromádka s libovolným počtem mincí (nebo zápalek). Oba hráči střídavě táhnou, tah záleží v tom, že hráč vezme z hromádky jednu až tři mince. Vítězí ten hráč, který bere poslední minci. Vítězná strategie této hry je velmi jednoduchá a můžeme ji stručně shrnout do následujících tří bodů:

1. Postoupit právo prvního tahu soupeři, pokud počet předmětů je dělitelný čtyřmi.
2. Záhajovat hru prvním tahem, pokud počet předmětů není dělitelný čtyřmi.
3. Z hromádky vždy brát tolik mincí, aby zbývající počet na hromádce byl dělitelný čtyřmi, případně nulový.

Sestavit stroj k vedení takové hry není příliš obtížné. Přesto však budí takový stroj v hráči, který při hraní příliš nemyslí, značný respekt, když ho partii za partii porází.

L. Kryška, prom. fyz. a J. Zuska

Podobný stroj, postavený ve Výzkumném ústavu matematických strojů v Praze, byl předváděn návštěvníkům brněnského veletrhu v roce 1960. Jiný podobný stroj byl popsán v AR.

V další části této publikace jsou uvedeny příklady, které reprezentují vždy určitý typ elektronických her. Jako první je uveden příklad realizace hracího automatu pro jednoduchou kombináční hru, zvanou tah koněm [1].

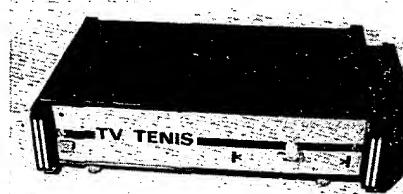
Další z uvedených příkladů elektronických her je hra zvaná šachová bitva. V tomto případě se jedná v podstatě o kombináční hru – šachy, která je rozšířena pomocí elektronických obvodů o prvky, připomínající svou povahou skutečnou bitvu (taktika, morálka atd.) [2],[3].

Všem je dobře známo, jaké oblibě se těší sportovní hry. Tato skutečnost byla také podnětem ke konstrukci různých her, které do jisté míry mohou simulovat průběh skutečného sportovního boje. Vznikla tak řada známých mechanických stolních her, jako např. stolní kopaná, hokej, košíková atd. Své slovo zde promluvila i elektronika. Elektronické obvody např. umožnily již částečně simulovat pohyb může rozsvěcením žárovek na hrací desce [4].

Zatím nejdokonalejšího napodobení skutečného průběhu sportovní hry se dosáhlo v tzv. televizních hrách. V tomto případě je průběh hry zobrazen na televizní obrazovce. Pohyb může je již plynulý, může se může odrážet od krajů obrazovky (podobně jako kouzlo například v hokeji od mantinelů). Stejně tak se mohou plynule pohybovat makety hráčů po „televizním hřišti“. V televizní hře na rozdíl od hry mechanické lze velmi snadno simulovat různé herní situace. Tato skutečnost také vedla ke značnému rozšíření tohoto typu her.

Tematice televizních her, která dosud nebyla na stránkách naší odborné literatury komplexně probírána, je pak věnována převážná část tohoto čísla AR-B.

Nejprve si však popišeme několik jiných „elektronických“ her.

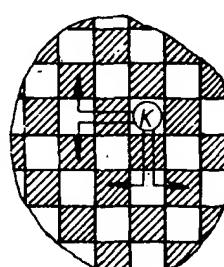


b1, b2 znamenají prohra (jsou také označena –). Všechna ostatní pole, ze kterých je možno podle pravidel hry dosáhnout polí a1, a2, b1, b2, zajišťují vítězství (+). Uvedeným způsobem můžeme označit všechna pole na šachovnici.

Vítěznou strategii pro tuto hru můžeme jednoduše formulovat následujícím způsobem: je-li kůň umístěn na začátku hry na poli označeném –, potom si zajistíme vítězství tím, že přenecháme právo prvního tahu svému soupeři a svým následujícím tahem vždy umístíme koně na pole označené –. Stojí-li kůň na začátku hry na poli označeném +, je nutné, abychom sami učinili první tah a to vždy na pole označené –. Podobně při každém následujícím tahu musíme v tomto případě táhnout pole označené –.

Vítězná strategie pro automat (v případě, že výchozí postavení koně je na poli h8) je znázorněna na obr. 3. V této variantě hry začíná hru prvním tahem vždy člověk (pole h8 znamená vždy prohra pro hráče, který zahajuje hru).

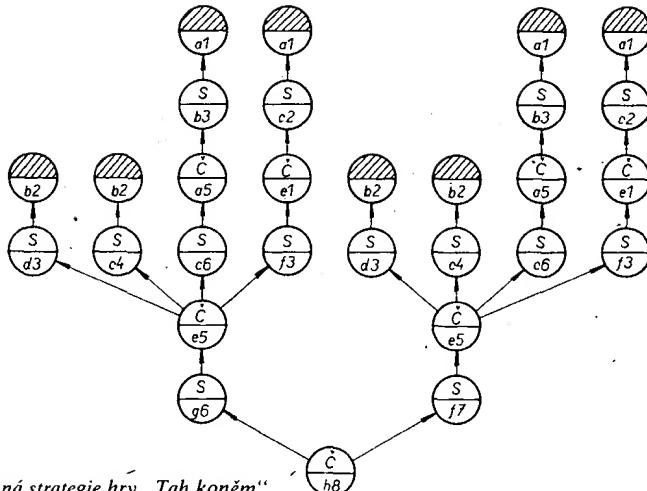
Kroužky na tomto schématu hry znamenají všechny možné pozice, do nichž se mohou hráči při hře dostat. V každém kroužku je pod čárou vyznačeno označení pole a nad čárou je písmeny S a Č (stroj, člověk) označeno, který ze soupeřem je na tahu z této pozice. Zhora začerněné kroužky a1, b2 odpovídají konečné pozici „koně“ při výhře stroje.



Obr. 1. Pravidla hry „Tah koněm“

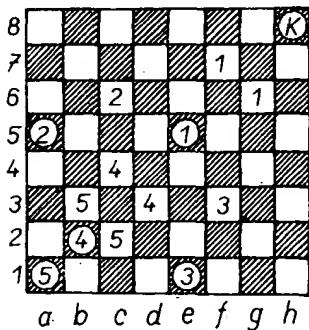
8	+	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+	+
6	-	+	+	-	-	+	+
5	-	+	+	-	-	+	+
4	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+
2	-	+	+	-	-	+	+
1	-	+	+	-	-	+	+
a	b	c	d	e	f	g	h

Obr. 2. Vítězná pole ve hře „Tah koněm“

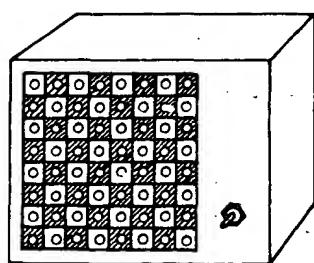


Obr. 3. Vítězná strategie hry „Tah koněm“

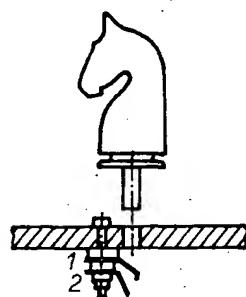
Na obr. 4 je výchozí postavení koně na poli h8 označeno písmenem K. Pole, na které stroj následujícími tahy umisťuje koně, jsou na obr. 4 označena číslovaným kroužkem. Stejnými čísly jsou označena ta pole, z nichž stroj vykonává svůj tah po tahu člověka. Stroj tedy vždy svým následujícím tahem umisťuje koně na ta pole, která mu zajišťují výhru. Jak je vidět z obr. 4, pouze některá z polí šachovnice jsou využita ke hře. Jsou to a1, a5, b2, b3, c2, c4, c6, d3, e1, e5, f3, f7, g6,



Obr. 4. Pole šachovnice, která jsou využita ke hře



Obr. 5. Vnější vzhled hracího automatu



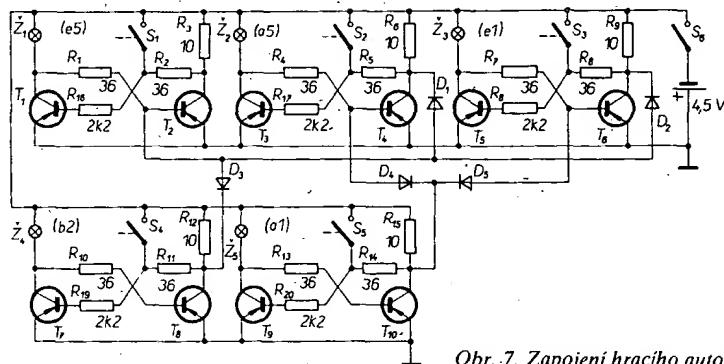
Obr. 6. Kontakt umístěný pod hracím polem

mistuje“ koně na pole a5. Současně se zavře tranzistor T_4 a proto se přes diodu D_1 přivádí napětí na bázi tranzistoru T_2 , který se otevře. První klopní obvod (tranzistory T_1 a T_2) se tedy překlopí do původního stavu a žárovka Z_1 zhasne. Umístí-li následujícím tahem člověk koně na pole b3, sepnou se kontakty spínače S_3 , rozsvítí se žárovka Z_3 , která rozsvěcuje pole a1. Rozsvícení žárovky Z_3 znamená, že stroj vyhrál.

Abychom obnovili původní stav stroje, je nutné výpnuti napájení, umístit koně na pole h8 a znova zapnout napájení.

Pochopitelně v ostatních variantách uvedené hry může stroj při hře rozsvěct v souhlasu s vítěznou strategií i ostatní žárovky.

Tranzistory T_1 až T_{10} mohou být libovolně germaniové tranzistory p-n-p, s výkonovou ztrátou, odpovídající použitým žárovkám. Diody vyhoví jakéhokoli typu.



Obr. 7. Zapojení hracího automatu

Šachová bitva

Tato hra, která se hraje na šachovnici s běžnými šachovými figurami, simuluje skutečný boj. Pravidla hry jsou téměř stejná jako při skutečné šachové hře. Rozdíl je v tom, že se využívají navíc elektronického obvodu, který rozhoduje o tom, zda tu či onu figuru můžeme vzít či nikoli. Pokud se tedy dostaneme do situace, při níž bychom následujícím tahem soupeři mohli vzít nějakou figuru, elektronický obvod „rozhodne“ o tom, zda tuto figuru skutečně vezmeme či ne. Šachová hra v tomto pojetí představuje boj dvou stran a elektronický obvod určuje vítěze jednotlivých soubojů.

Na funkci elektronického obvodu má vliv několik činitelů, které se vyskytují při skutečném boji. Jsou to:

1. síla jednotlivých figur,
2. závislost bojové síly jednotlivých figur na kvalitě výzbroje,
3. závislost bojové síly bojujících figur na vzdálenosti od velitele (krále),
4. poloha jednotlivých figur (pro hru je tím výhodnější, čím je figur více a čím jsou blíže k sobě),
5. morálka armády.

Činitele 1 až 4 jsou určeny výsledným odporem kombinace odporů podle toho, jak jsou jednotlivé figury rozestavěny na šachovnici. Na každém poli šachovnice je totiž umístěna konektorová zásuvka a v každé figurě je umístěna konektorová zástrčka. Z těchto konektorů jsou potom sbírány informace (o postavení jednotlivých figur) pro elektronický obvod.

Morálka armády bude vždy nejvyšší po nějakém dílčím vítězství a v průběhu času se bude zmenšovat. Tento fakt je v této hře simulován nábojem na kondenzátoru, který

se v průběhu času zmenšuje až k nule. To znamená, že stejně jak se zmenšuje náboj kondenzátoru, klesá i pravděpodobnost vítězství. Přibližně po 10 minutách po „vítězství“ nemá již morálka armády na hru žádny vliv.

Vzhledem k výše jmenovaným činitelům nelze předvídat výsledek boje. Je ovšem možné zvětšit naději na vítězství díky dobré zvolené taktice.

Funkční popis elektronického obvodu

Na obr. 8 je skutečné zapojení použitého elektronického obvodu. Kmitočet dvou astabilních multivibrátorů A a B (pro každého hrajícího hráče jeden) je určen volbou vnějších odporů, které jsou připojeny mezi body 1, popř. 2 a záporný pól napájecího napětí. Impulzy z každého multivibrátoru simulují jednotlivé útoky a jejich odražení v dílčích soubojích. Kmitočet multivibrátorů, který je ovládán kombinací vnějších odporů, simuluje, jak již bylo řečeno, činitele 1 až 4. Impulsy z multivibrátorů překládají střídavě bistabilní klopný obvod i s tranzistory T_5 a T_6 . V důsledku toho se budou střídavě rozsvěcovat žárovky \tilde{Z}_1 a \tilde{Z}_2 . Tímto způsobem je možno sledovat průběhy dílčích soubojů, případně je tak indikováno, která strana zvítězila.

v čase kratším než asi 10 minut (čas potřebný k úplnému vybití kondenzátoru C_5), je třeba k tomu, aby se napětí na tomto kondenzátoru zvětšilo na 0,7 V (po opětovném zapnutí přístroje), mnohem kratší doba.

Jak je zřejmé z uvedeného výkladu, k tomu, abychom dosáhli vítězství, je nutné dosáhnout co nejdříve nabít kondenzátoru C_4 nebo C_5 na napětí 0,7 V.

Konstrukce

Konstrukce elektronického obvodu není kritická a proto můžeme ke stavbě použít desku s univerzálními pláštními spoji (čtverečky). Nejprve je vhodné zapojit oba multivibrátory A a B. Můžeme pak ihned ověřit jejich činnost. Mezi body 1, 2 a záporný pól napájecího napětí připojíme prozatímne odpor 3,3 k Ω . Připojíme napájecí zdroj 9 V (dvě ploché baterie) a voltmetreem, který připojíme k odporu R_3 a R_{14} , zkontrolujeme, zda pracují multivibrátory. Dále zapojíme klopný obvod i s kondenzátory C_3 a C_6 . Po připojení napájecího zdroje se musí žárovky \tilde{Z}_1 a \tilde{Z}_2 střídavě rozsvěcovat s různou dobou svitu.

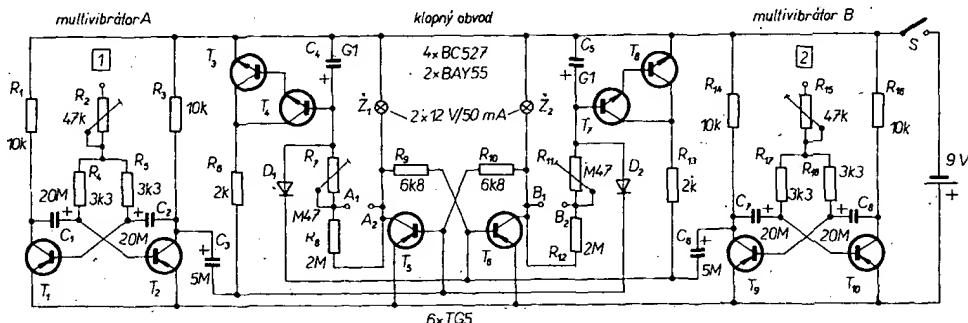
Při zapojování obvodů s tranzistory T_3 , T_4 , popř. T_7 , T_8 je nutno mít na paměti, že diody D_1 a D_2 musí mít co nejmenší závěrný proud. Podobně kondenzátory C_4 a C_5 musí mít co nejmenší svodový proud.

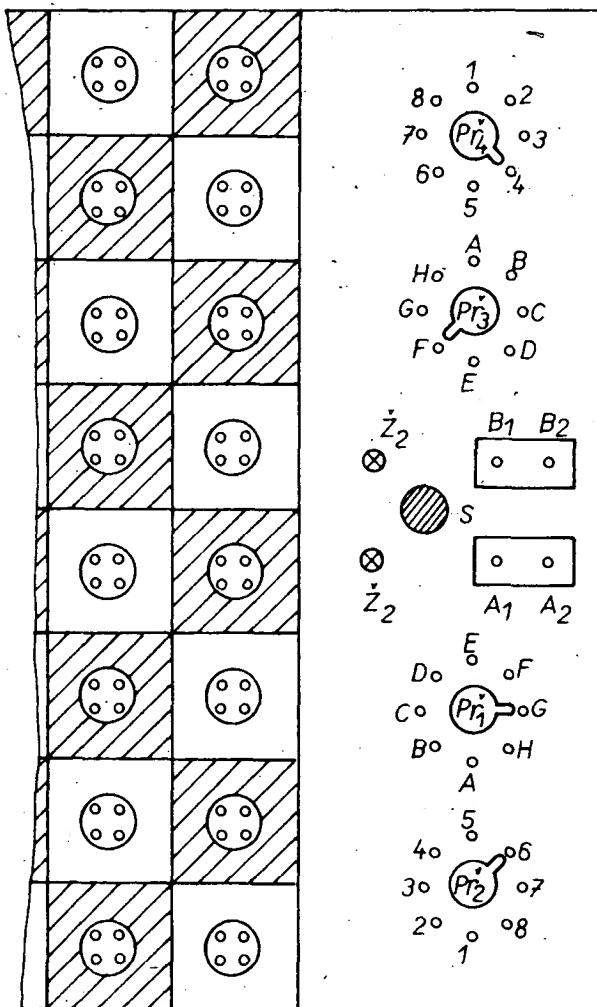
Dalším krokem je ověření činnosti obvodu s tranzistory T_3 , T_4 , popř. T_7 , T_8 . Ke kladnému pólmu kondenzátoru C_3 připojíme přes odpor 10 k Ω kladné napětí z napájecího zdroje. Od tohoto okamžiku musí žárovka \tilde{Z}_1 stále svítit a \tilde{Z}_2 bude zhasnuta. Tento stav musí být stabilní. Začnou-li žárovky po nějaké době znovu blikat, je to způsobeno velkým závěrným proudem diod D_1 , D_2 nebo velkým svodovým proudem kondenzátorů C_4 a C_5 . Analogicky prověříme zbytek zapojení přepojením pomocného odporu 10 k Ω na kondenzátor C_5 .

Na konec je nutné přesvědčit se, nabijí-li klopný obvod správně kondenzátory C_3 a C_6 . Proto připojíme pomocný odpor 1 M Ω mezi body A_1 a A_2 a vybijeme kondenzátory C_3 a C_6 zkratováním jejich vývodů. Po zapojení napájecího zdroje musí obě žárovky blikat. Asi po 10 až 15 vteřinách blikání přestane a žárovka \tilde{Z}_1 zůstane stále rozsvícena, zatímco žárovka \tilde{Z}_2 bude zhasnuta. Analogicky zkoušíme druhou část obvodu zapojením odporu 1 M Ω mezi body B_1 a B_2 .

Hrací pole

Hrací pole pro tuto hru může být zhotoven z obvyklé šachovnice. V každém čtverečku je umístěn čtyřpolový konektor. Každá z bojujících stran pak využívá dva ze čtyř kontaktů konektorů. Zapojení je pro každou stranu stejně.





Obr. 10. Umístění ovládacích prvků

Na jeden z kontaktů je připojeno napájecí napětí (je připojen přes odpor a přepínač k zápornému pólu napájecího zdroje tak, jak je to znázorněno na obr. 9). Záporný pól napětí je přiveden přes odpor uvnitř figury (obr. 11) na druhý kontakt přes další odpor a přepínač do multivibrátoru. Vhodným nastavením obou přepínačů je určena poloha figury, která se právě zúčastňuje souboje. Výsledný odpor dvou do série zapojených odporů redukuje potom velikost proudu báze tranzistoru T_1 , T_2 , popř. T_6 , T_{10} jednak v závislosti na poloze figury, jednak v závislosti na druhu figury. Se změnou proudu báze uvedených tranzistorů se pochopitelně bude měnit i kmitočet multivibrátoru.

Vzhledem k tomu, že každý čtverec šachovnice je spojen se sousedním přes odpor $10\text{ k}\Omega$, bude existovat paralelní dráha mezi jednotlivými figurami. Tako jsou vlastně propojeny všechny figury. Čím je jich více a čím blíže budou k figurě, která je právě v souboji, tím větší bude jejich vliv na výsledný odpor a tím také i na kmitočet multivibrátoru.

Na obr. 9 jsou pro zjednodušení nakresleny pouze některé z konektorů. Ve skutečnosti jsou konektory umístěny na každém hracím poli.

Nastavení

Bojují-li na obou stranách stejné figury a jsou-li ve stejné situaci (kvalita výzbroje, vzdálenost od velitele atd.), musí být šance na vítězství stejně. V tomto smyslu je také nutno nastavit obvody.

- Ke správnému nastavení slouží odporové trimry R_2 , R_7 , R_{11} a R_{15} . Mezi body 1 (popř.

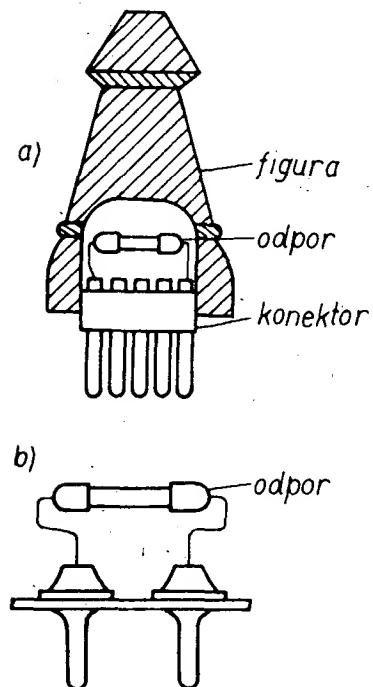
Pravidla hry

Figury se pohybují podle stejných zásad jako v obvyklé šachové hře. Bude-li cítit jeden z hráčů zaujmout místo, které je obsazeno soupeřem (a na které by mohl podle šachových pravidel táhnout a soupeři vztí figuru), vyzve soupeře na souboj. V této hře platí zásada, že výzvu k souboji nelze odmítnout. Po výzvě k souboji se přepínače souřadnic nastaví podle polohy figur, které budou svádět souboj a zapne se napájení elektronické části hry. Výzbroj je možno vybrat pro bojující figury v kterémkoli okamžiku zasunutím patice s vybraným odporem do příslušné objímky (tj. mezi body A_1 , A_2 , popř. mezi body B_1 , B_2). Podle blikání žárovek \tilde{Z}_1 a \tilde{Z}_2 můžeme sledovat průběh boje. Boj končí ve chvíli, kdy jedna ze žárovek svítí trvale a je tak indikována vítězná strana. Po ukončení dílčího souboje přístroj ihned vypneme a zapneme jej opět až těsně před následujícím soubojem. Figura poražené strany vypadá ze hry a vítěz získává její výzbroj a může ji použít v dalších bojích. Hra končí ve chvíli, kdy jedna ze stran ztratila všechny figury, též však při ztrátě krále (velitele) nebo královny. Je nutno připomenout, že ztráta veškeré výzbroje nemusí být důvodem k porážce. Dobře volenou taktikou je možno vyhrát i bez jakékoli výzbroje.

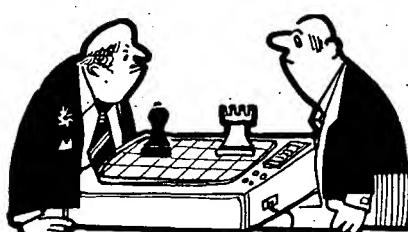
Taktika

V této hře nelze předem se stoprocentní jistotou určit vítěze. Je však možné zvětšit naději na vítězství volbou vhodné taktiky. Je proto vhodné dodržet některá základní taktická pravidla.

Prohrajete-li v jednom souboji, snažte se co nejvíce oddálit následující souboj, aby se protivníkův kondenzátor co nejvíce vybil. A naopak, vyhrajete-li v jednom souboji, snažte se co nejdříve o další souboj, aby stejně mohli co nejvíce využít zbytku náboje ve svém kondenzátoru.



Obr. 11. Konstrukce figury (a) a makety výzbroje (b)



Snažte se, aby vaše bojující figura byla v blízkosti vašeho krále a měla kolem sebe co nejvíce vlastních figur.

Jestliže jste vyhráli minulý souboj a v nasledujícím bojuje vás král s pěšcem protivníka, nemusíte králi dávat vždy tu nejkvalitnější výzbroj.

Odpory pro jednotlivé figury a výzbroj

Král	0 Ω
Královna	330 Ω
Kún	1,2 kΩ
Střelec	2,7 kΩ
Věž	5,6 kΩ
Pěšec	8,2 kΩ
Meč	2,2 MΩ
Dýka	4,7 MΩ
Palcát	22 MΩ

Elektronické hry na televizní obrazovce

Neobyčejné rozšíření televizního vysílání v posledních desetiletích a definitivní proniknutí televizorů do téměř každé domácnosti dalo vzniknout myšlenky nejen pasivně sledovat program, ale přenáset případně i další informace [9] až [11], nebo použít televizní obrazovku dokonce k aktivní zábavě. V SSSR bylo např. zkonstruováno velmi originální zařízení, které umožňuje pomocí televizoru sledovat přímý průběh šachové hry. Šachovniči nahrazuje obrazovka běžného sériového televizoru, do šachových figur jsou vestavěny speciální snímače. Přidavným elektronickým zařízením se přenáší informace o postavení jednotlivých figur. Na obrazovce televizoru se pak objeví ihned obraz aktuálního stavu hry.

Naproti tomu v USA vznikl doplněk ke každému televiznímu přijímači, který umožňuje hrát na obrazovce jednu, případně i několik her elektronicky. Na trh s tímto přístrojem přišla v roce 1972 americká firma Magnavox Co. pod označením „Odyssey“ [5]. Později vystavovala firma ITT Schaub-Lorenz na mezinárodní radiotechnické výstavě v Berlíně (1973) přístroj jménem „Odyssey“ [6] a [7].

Doplněk se připojuje do anténních zdířek černobílého nebo barevného televizoru a skládá se ze základní části s ovládacími prvky, anténní přepínací skříňkou a dvou hracích pultů s tlačítka start a s ovládacími prvky pro vodorovné a svislé vychylování „hráče“ pro svislý pohyb „míče“.

Základem přístroje jsou generátory, vytvářející na obrazovce televizoru dva světél čtverečky, představující hráče a jeden menší čtvereček, který představuje míč. Oběma hráči lze pohybovat ve vodorovném i svislém směru ovládacími prvky na hracích pultech (každý účastník hry se svým hráčem).

Při některých televizních hrách se též překrývá obrazovka průsvitnou fólií s natištěným hracím polem.

Jak ukazuje situace na zahraničních trzích, dosahuje popularita televizních her téměř popularity digitálních hodin a kalkulaček. Snahou výrobců je snížit cenu těchto her tak, aby jejich prodej byl ještě atraktivnější. Jednou z možností jak snížit cenu je zvětšit stupeň integrace obvodů. Příkladem může být firma General Instrument, která bude prodávat čip AY-5-8500 za 5 až 6 dolarů. Předpokládá se, že tento čip pomůže snížit cenu kompletního systému elektronické hry z dnešních 65 až 75 dolarů na 25 až 30 dolarů. Na čipu je speciální logický systém, který je

ekvivalentní asi 60 klopným obvodům, více než 520 MOS hradlům NOR a 500bitové paměti ROM. Spotřeba je asi 20 až 30 mA ze zdroje 9 V. Tento čip umožňuje konstruovat adaptér pro šest elektronických her na obrazovce televizoru. Velkou výhodou televizních her osazených čipem AY-5-8500 je možnost číselného zobrazovat stav „televizního utkání“ přímo na obrazovce televizoru [12].

Odhaduje se, že v roce 1980 se bude vyrábět 10 milionů televizních her ročně (s průměrnou cenou asi 30 dolarů). I když polovodič použité ve hře představují asi 20 % celkové ceny, bude obrat firem vyrábějící polovodiče pro tyto hry asi 60 milionů dolarů. Tato perspektiva již dnes žene výrobce televizních her ke zvětšování počtu volitelných variant prodávaných televizních her. Je ovšem nutno zdůraznit, že ve většině případů mají všechny tyto hry společný princip a liší se od sebe navzájem nepříliš podstatnými detaily. Každou novinku si výrobce nechá ovšem velmi dobře zaplatit.

Tyto tzv. televizní hry nemají jen zábavný charakter, ale mají též výchovný význam. Dítě, které dnes drží v ruce knoflík potenciometru, ovládající pohyb „hráče“ nebo „míče“ na obrazovce, bude zanedlouho ve svém budoucím povolání ovládat bez potíží funkci složitého elektronicky řízeného stroje.

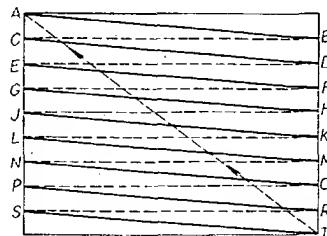
Dále uvedený návod na televizní hru, která simuluje skutečnou sportovní hru – tenis, chce všem zájemcům o toto odvětví moderní elektroniky ukázat cestu „jak na to“. Podrobný výklad funkce jednotlivých obvodů umožní stavbu i tém konstruktérům, kteří zatím neměli možnost bližě se s nimi seznámit.

Základní vlastnosti televizního obrazového signálu [13] [14]

I když černobílý obraz postrádá informace o barvě a nedává ani přesnou představu o prostoru, jsou informace v obrazu tak četné, že je nelze přenášet současně. Celou stránku také nemůžeme přečíst najednou, nýbrž čteme postupně, písmenky, rádce za rádkem. Celý obrázek, který se má televizně přenést, se musí rozdělit na prvky a podle určitého plánu pak přenést jeden prvek za druhým. K rozdělení televizního obrazu na jednotlivé prvky dochází ve snímaci elektronice. Scéna se promítá objektivem na stínitko snímací elektronky. Proud pohybujícího se elektronového svazku je úměrný jasu jednotlivých bodů obrazu, takže na pracovním odporu snímací elektronky vznikne napětí tepového průběhu. Na přijímací straně musí potom pohyb elektronového svazku v obrazovce televizoru odpovídat pohybu ve snímací elektronice. Setravností oka zůstává kratičký světelný vjem na stínitci po celou dobu snímku, a proto se pozorovatel zdá, že vidí snímek jako celek, najednou. Kdyby však bylo možno stínitko obrazovky fotografovat kamerou, jejíž uzávěrka by měla rychlosť shodnou s dobovou průletu paprsku přes jeden obrazový prvek, byl by na snímku jen obraz jediného prvku.

Jak již bylo řečeno, rozklad obrazu na prvky vzniká ve snímací elektronice pohybem elektronového paprsku a stejným pohybem paprsku po stínitku televizní obrazovky se obraz opět skládá. Pohyb paprsku se řídí vychylovacím napětím pilovitého průběhu, tj. běh paprsku vpravo je vždy pomalejší než běh zpět. Velmi často též říkáme, že zpětný běh se děje skokem. Na obr. 12 je znázorněn rozklad obrazu jednoduchými, postupnými rádky. Elektronový paprsek začne svůj běh v bodě A a postupuje po prvním rádku k bodu B; pak se vrátí skokem do bodu C (tentovz. zpětný běh je kreslen čárkovaný) a postupuje po druhém rádku do bodu D. Odtud přejde skokem k bodu E, postupuje po třetím rádku atd. U posledního rádku

v bodě T se paprsek vrátí nazpět do bodu A (také tento zpětný běh je kreslen čárkovaný). Při všech zpětných bězích je elektronová tryska televizní obrazovky uzavřena předpětím řídicí elektrody, takže na stínitku žádné elektronové nedopadají. Zpětné běhy jsou tedy na stínitku ve skutečnosti neviditelné a tečkované čáry na obr. 12 jsou kresleny jen pro



Obr. 12. Rozklad obrazu jednoduchými rádky

názornější výklad. Soustavu rádků nazýváme podle názvosloví tiskařské reproducení techniky též rádkovým rastrem.

Naznačeným způsobem je tedy rozložen jeden snímek. Počet takových snímků přenesených za vteřinu je určen dvěma hledisky, a to:

požadavkem plynulosti pohybu a omezením zrakové únavy.

Plynulost pohybu se vyžaduje též v filmu, kde se musí rovněž promítout alespoň 16 snímků za sekundu, aby všechny pohyby na obraze byly rovnoměrné, bez škubání a přerušování. Kmitočet 16 snímků za sekundu představuje v tomto směru dolní hranici a při velmi rychlých pohybech je zapotřebí kmitočtu vyššího.

Druhou podmínkou, kterou je určen počet snímků, je únava oka. Tato únava závisí zároveň na jasu obrazu. Velmi jasný obraz vyžaduje větší počet, změnu mezi světlem a stímem, tj. větší počet snímků. Počet 25 snímků za sekundu, který byl zvolen u naší televizní soustavy, vyhovuje dobře první podmínce, avšak při delším pozorování jasných obrazů by se přece jen dostavila únava oka. Druhá podmínka by tedy při rozkladu jednoduchými postupnými rádky nebyla splněna.

Obraz, který přenášíme při naší televizní soustavě, má poměr stran F, tj. poměr šířky k výšce 4:3.

Jestliže předpokládáme, že každý obrazový prvek má stejnou šířku jako výšku rádku, bude při 625 rádcích, které jsou zavedeny v naší televizní soustavě, celkový počet prvků

$$F(625)^2 = 520\,833$$

a ten musí být přenesen za 1/25 vteřiny, tj. za dobu trvání jednoho snímku. Nejvyšší přenášený kmitočet se vyskytne tehdy, bude-li snímek složen z černých a bílých plošek velikosti jednoho obrazového prvku, uspořádaných ve tvaru šachovnice. Nejvyšší kmitočet bude pak určen vzorcem

$$f = \frac{1}{2} FN^2 t^{-1}$$

kde f je nejvyšší přenášený kmitočet [Hz], N počet rádků (u naší televizní soustavy 625), F poměr stran obrazu (4:3), t doba jednoho snímku (1/25 s).

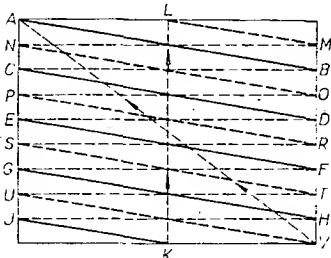
Dosadíme-li do uvedeného vzorce číselné údaje, obdržíme šířku pásmá asi 6,5 MHz.

Kdyby se měl zvětšit počet snímků za sekundu na dvojnásobek při stejně jakosti obrazu, tj. při ponechání původního počtu 625 rádků, byla by k přenosu zapotřebí dvojnásobná šířka pásmá, tj. asi 13 MHz. Obdobně při zdvojnásobení počtu snímků a ponechání původní šířky pásmá by bylo

nutno zmenšiť počet řádků na polovinu (na 312), což by ovšem znamenalo podstatné zhoršení jakosti obrazu.

Podle toho by úloha byla nerešitelná a obraz by musel mít takový jas, jaký při 25 snímcích za sekundu ještě oko neunavuje. A přece je možné najít řešení, které umožní zdvojnásobit počet změn (sc zřetelkem k únavě oka), anž je třeba zvětšovat šířku pásmá nebo zhoršovat kvalitu obrazu. Toto řešení bylo nalezeno v prokládaném rádkování.

Při prokládání řádkování je místo 25 snímků za sekundu obraz rozložen na 50 půlsnímků s polovičním počtem řádků. Půlsnímky jsou složeny střídavě buď jen z lichých nebo jen ze sudých řádků. Způsob rozkladu prokládaným řádkováním je znázorněn na obr. 13. Při tomto způsobu musí



Obr. 13. Rozklad obrazu prokládaným řádkováním

být vychylovací rychlost ve směru svislému dvakrát zvětšena a tím se tedy zdvojnásobi vychylovací kmitočet (ve srovnání s kmitočtem při rozkladu jednoduchými postupnými rádky). Rádkový kmitočet zůstává bez zmenšení. Paprsek začne svůj běh v místě A a vytvoří při přechodu do B první rádek. přejde skokem nazpět do bodu C, tj. na začátek třetího rádku, podobně postupuje po pátém, sedmém rádku atd., až konečně skončí v polovině posledního lichého rádku a zároveň v polovině šířky snímku v bodě K. Z tohoto bodu přejde skokem do horní části obrazu, do bodu L, který je právě v polovině nultého rádku a při dalším pohybu končí v bodě M. Pak se vráti skokem do bodu N na počátku druhého rádku a postupuje pak dálé po čtvrtém, šestém, osmém rádku; až konečně končí v prvném dolním rohu snímkového pole v bodě V. Z tohoto bodu se vrací šikmo do výchozí polohy v bodě A a celý postup se znova neustále opakuje: zpětně běh paprsku se opět na stínítku neprojevuje, neboť elektronová tryska je předpětím řídicí elektronová výzda uzavřena.

Setrávacnost oka je tak velká, že půlsnímky v intervalech 1/50 s se zdánlivě doplní v úplný snímek, jakost obrazu zůstane tedy úplně zachována. Pro únavu oka je však rozhodující počet změn světla a tmy a ten je při použití půlsnímku dvojnásobný. Při použití prokládaného rádkování lze tedy jas snímku podstatně zvětšit.

Popsané prokládané řádkování přináší ovšem též nebezpečí, že se jakost obrazu podstatně zhorší, vyskytne-li se jakákoli chyba ve zdroji signálu, který řídí časové okamžíky počátků jednotlivých řádků. U prokládaných řádků se může stát, že sude řádky druhého půlsnímku začnou splývat s lichými řádky prvního půlsnímku a celek pak tvoří dojem obrazu s polovičním počtem řádků. Malá nepřesnost může tak zavinit podstatné zhoršení kvality obrazu. Je proto velmi důležité, aby časovací zdroj byl velmi stálý a zejména, aby byl přesně dodržen vzájemný poměr snímkových a řádkových kmitočtů. Proto se oba kmitočty získávají dělením kmitočtu ze spočínečného zdroje. Počet řádků a s ním i související počet prvků určuje jakost přenášeného obrazu. Čím větší bude počet řádků, tím více podrobností bude přenášený

obraz obsahovat, tím pestřejší a zřetelnější bude jeho kresba. Počet obrazových prvků určuje tak teoretickou rozlišovací schopnost televizního přenosu. Předměty menší než jeden obrazový prvek nemohou již být zřetelně reproducovány. Skutečná rozlišovací schopnost však nikdy nedosahuje teoretické rozlišovací schopnosti. U soustavy s 625 rádky je skutečný počet přenášených obrazových prvků asi 400 000.

Způsob modulace obrazového signálu

Rozeznáváme v zásadě dva způsoby modulace a to pozitivní a negativní. Při pozitivní modulaci vrůstá signál úměrně s osvětlením. Čím světlejší je místo na obraze, tím větší je amplituda signálu. Maximální amplituda odpovídá tedy bílé, minimální černé. U negativní modulace je to naopak, maximální amplituda signálu vyjadřuje barvu černou, kdežto minimální bílou. Pozitivní modulace umožňuje zapojit televizní přijímač poněkud jednodušší, má však velkou nevýhodu v tom, že veškeré rušivé signály (které mají skoro vždy abnormální amplitudy) se projevují jako jasné bílé, s největším jasem. Při rušení je oko velmi oslněno a to často i na dobu, která přesahuje jeden snímek, takže rušení se projevuje velmi značně. U negativní modulace je poruchám odpovídající signál na obrazovce temný až černý, takže ruší mnohem méně. Negativní modulace se také nyní používá v převážné většině televizních systémů. Průběh modulace podle obou způsobů je vyznačen na obr. 14.

Úplný obrazový signál

Jak bylo již řečeno, pohyb elektronového svazku v obrazovce televizního přijímače musí odpovídat pohybu elektronového svazku ve snímací elektronce. Proto úplný obrazový signál musí obsahovat kromě vlastní

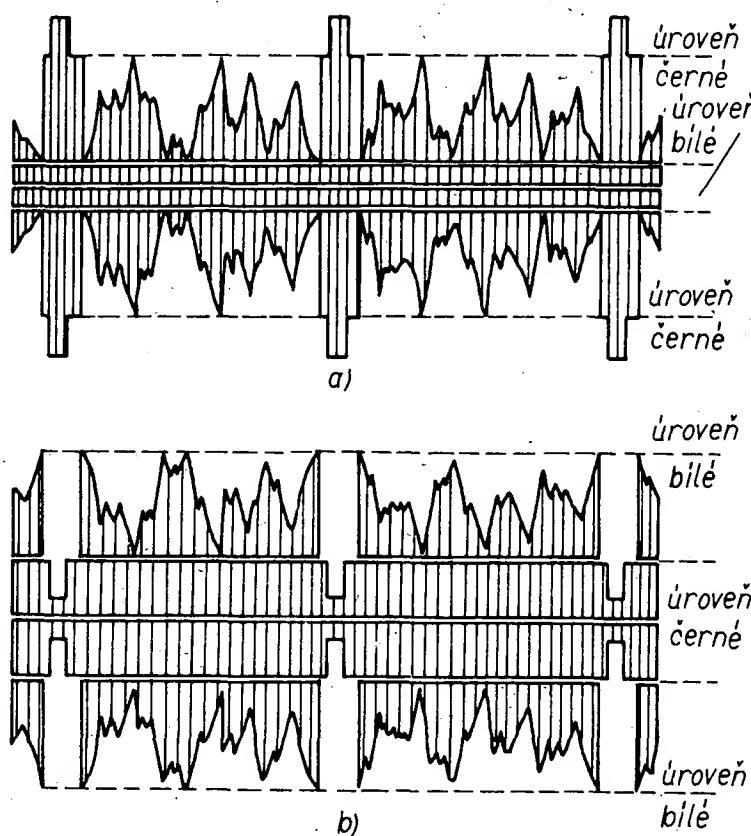
obrazové informace i synchronizační směs. V synchronizační směsi jsou impulsy pro synchronizaci rádků a dále pak zatemňovací impulsy, které umožní zatemnění obrazovky televizního přijímače po dobu, po kterou se paprsek vraci, aby nebyl obraz rušen.

Průběh úplného televizního signálu je na obr. 15. V horní části je vyznačen průběh signálu při běhu paprsku po řádku. Rychlosť pohybu je dána počtem řádků za sekundu. Při 625 řádcích a 50 půlšnímcích je celkem 15 625 řádků za sekundu a doba trvání jednoho řádku je 64 μ s. Jestliže celkovou úroveň modulace označíme 100%, pak nej-větší úroveň obrazového signálu (tj. úroveň černé), dosahuje 75 % celkové úrovny. Nej-menší úroveň signálu (tj. úroveň bílé) má 10 až 15 % celkové úrovny, a proto na modulaci obrazového signálu zbyvá asi 60 % z celkové modulace signálu.

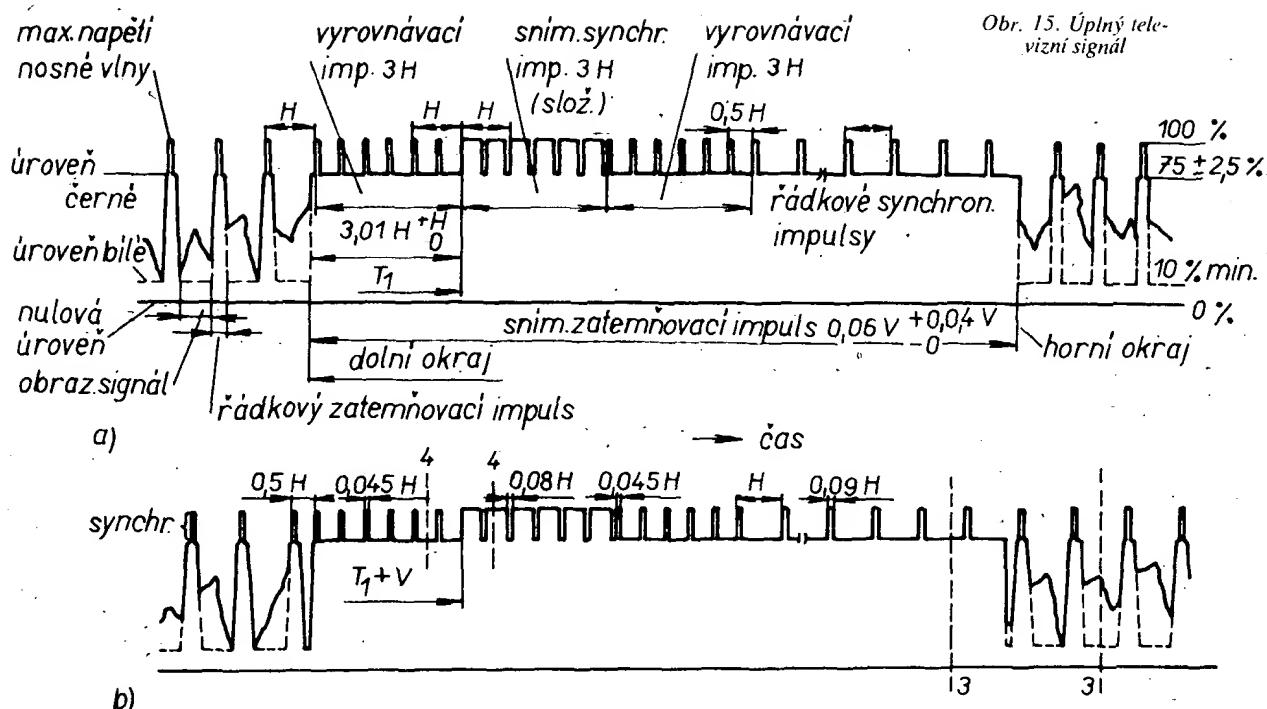
Ke konci každého řádku, v době, v níž paprsek vykoná značně zvětšenou rychlosť zpětný běh, je vysílán pomocný zatemňovací impuls. Obdobný zatemňovací impuls je vysílán ke konci každého snímku. Zpětné běhy paprsku přísluší jí černé barvě (tj. probíhají při uzavřené elektronové trysec) a nejsou proto na snímku viditelné. Zatemňovací signály mají stejnou úroveň jako jí úroveň černého v obrazových signálů.

Zpětný běh paprsku na konci každého řádku je řízen rádkovými synchronizačními impulsy s trváním 5,1 μ s, jejichž úroveň je vyšší než úroveň obrazových signálů. Kdybychom amplitudu synchronizačních impulsů vyjádřovali v barvě obrazu, byla by „černější než černá“, tedy bezpečně mimo viditelné pásmo. Impulsy synchronizačního signálu se liší od obrazových signálů svou amplitudou a nemohou mít proto na obrazové signály žádný vliv. Mimo to spadají časově do doby, kdy je paprsek zatemňovacím signálem přerušen.

Po dokončení snímku se vysílají snímkové synchronizační impulsy, které mají stejnou amplitudu jako synchronizační impulsy řád-



Obr. 14. Způsob modulace televizního signálu; a) negativní, b) pozitivní



kové a liší se od nich jen délkou. Trvají 192 μ s. Před vysíláním snímkového synchronizačního impulsu a po něm je v časových intervalech 240 μ s vysílán ještě vyrovnávací impuls.

U běžně používaných televizních soustav, u nichž se střídají půlsnímky se sudými a lichými rádky, jsou dva různé zpětné běhy elektronového paprsku. První zpětný běh vykonává elektronový paprsek po ukončení poloviny posledního lichého rádku a druhý po ukončení posledního celého sudého rádku.

Zatemňovací signály zabírají vždy několik rádků na konci snímku a také nějakou dobu u každého rádku, neboť k zatemnění dochází vždy trochu dříve, než začne zpětný běh paprsku a trvá také ještě o trochu déle, když je již zpětný běh paprsku ukončen. Zatemněním zpětných běhů a nezbytně nutnými synchronizačními impulsy ztráti se skoro 25 % z celkového pásma úplného televizního signálu.

Při vysílání snímkových synchronizačních impulsů musí zůstat generátor rádkových synchronizačních impulsů bez přerušení v činnosti, a proto tvoří rádkové impulsy hluboké výše než do snímkových impulsů. Vyrovňávací impulsy mají dvojnásobný kmitočet vzhledem k rádkovým impulsům. Toto zdvojení je nutné se zřetelem na rozdělení rádků na přesně polovinu při prokládání rádkování sudými a lichými rádky. Půlsnímky začínají totiž v polovině rádku předcházejícího půlsnímku.

Blokové zapojení televizního přijímače

Pro úplnost je na obr. 16 blokové zapojení televizoru. Vysokofrekvenční signál zachycený anténnou je zpracován ve vysokofrekvenční části přijímače. Po detekci získáváme jednak signál mézinosného kmitočtu (6,5 MHz) se zvukovou informací, jednak úplný obrazový signál.

Úplný obrazový signál se dále zesiluje v obrazovém zesilovači a přivádí se na katodu obrazovky a na oddělovač synchronizačních impulsů. Oddělovačem synchronizačních impulsů začíná rozkladová část televizního při-

jímače. Oddělená synchronizační směs obsahuje rádkové a snímkové synchronizační impulsy.

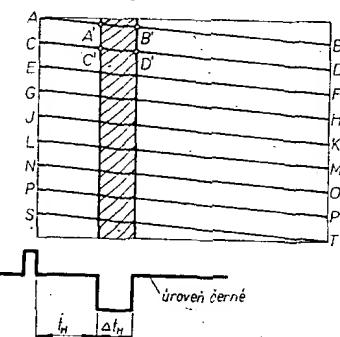
Rádkové synchronizační impulsy se porovnávají s impulsním napětím z rádkového generátoru a získaným stejnosměrným napětím se řídí kmitočet a fáze rádkového budicího generátoru.

Snímkové impulsy, oddělené od rádkových integračním obvodem, synchronizují snímkový budicí generátor.

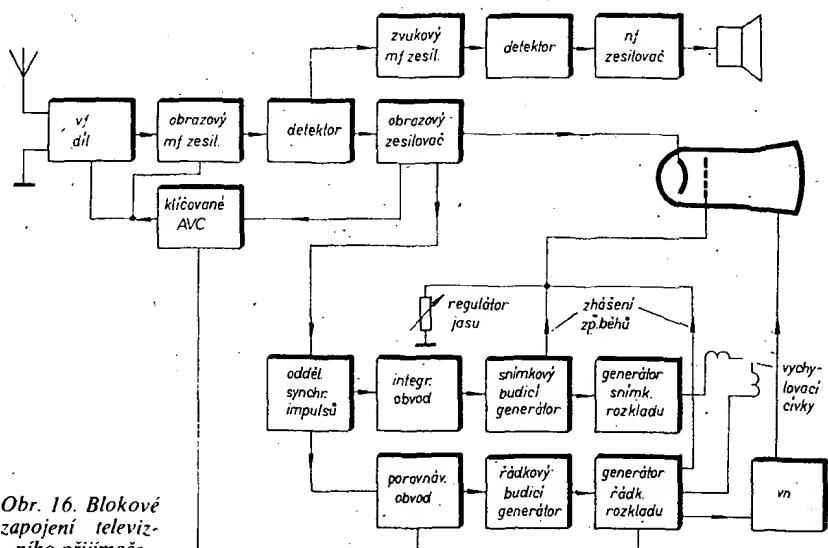
Koncové rozkladové stupně dodávají vychylovacím cívkám proud pilovitého průběhu; potřebný k vytvoření lineárního rozkladu.

V generátoru rádkového rozkladu se současně vytváří vysoké napětí pro obrazovku.

du, která odpovídá černé barvě. (Uvažujeme negativní způsob modulace). V bodě A' se skokem změní amplituda obrazového signálu na úroveň bílé barvy. Tento stav bude trvat až do bodu B', kde se amplituda obrazového signálu opět skokem zvětší na úroveň, odpovídající černé barvě. Tyto skokové změny amplitud budou dále nastávat v bodech C', D' atd. až do konce celého snímku. Jinými slovy: vždy po určité době t_H po ukončení každého rádkového synchronizačního impul-



Obr. 17. Rozklad svislého bílého pruhu



Obr. 16. Blokové zapojení televizního přijímače

su dojde ke skokové změně úrovně modulace, která trvá po dobu Δt_H , a pak se modulační úroveň vrátí na původní velikost.

V tomto případě se nabízí jednoduchá možnost, jak uměle vytvořit uvedený modulační signál. Rádkové synchronizační impulsy po průchodu zpoždovacím obvodem budou zpožděny o dobu t_H . Tako zpožděné impulsy pak spouští monostabilní klopný obvod, jehož parametry jsou voleny tak, aby výstupní impuls měly šířku Δt_H . Časy t_H a Δt_H jsou zde v přímé souvislosti se vzdáleností pruhu od okraje obrazovky a také s jeho šířkou.

Uvažujme na příklad televizní obrazovku o rozměrech 348×305 mm. Vzhledem k tomu, že elektronový paprsek nakreslí jeden řádek za $64 \mu s$, bude v tomto případě horizontální rychlosť elektronového paprsku v obrazovce určena vztahem

$$v_H = \frac{38,4}{64} = 0,6 \text{ cm}/\mu s.$$

Chceme-li aby pruh měl šířku a [cm], bude pro čas Δt_H platit

$$\Delta t_H = \frac{a}{v_H} \quad [\mu s; \text{cm}, \text{cm}/\mu s].$$

Zvolíme-li např. $a = 1$ cm, bude potom

$$\Delta t_H = \frac{1}{v_H} = 1,7 \mu s.$$

Pokud tedy budou výstupní impulsy z monostabilního klopného obvodu dlouhé $1,7 \mu s$, potom bude uvažovaný pruh široký 1 cm.

Podobně budeme-li chtít, aby pruh byl ve vzdálenosti a [cm] od levého okraje obrazovky, musí mít zpoždovací obvod zpoždění

$$t_H = \frac{a}{v_H} \quad [\mu s; \text{cm}, \text{cm}/\mu s].$$

Můžeme-li plynule měnit zpoždění t_H , bude se pruh pohybovat po obrazovce. Budeli rozsah změny zpoždění v intervalu 0 až $64 \mu s$, může se pruh pohybovat přes celou šířku obrazovky.

Představme si nyní (podobně jako v předešlém případě), že snímací elektronka bude snímat jednoduchý bílý vodorovný pruh tak, jak je to znázorněno na obr. 18. Elektronový paprsek začne po ukončení předcházejícího snímkového synchronizačního impulsu svůj běh v bodě A. V průběhu řádku mezi body A až G bude mit obrazový signál maximální amplitudu, která odpovídá černé barvě. V bodě G dojde ke zmenšení amplitudy obrazového signálu na úroveň bílé barvy. Tento stav bude trvat až do chvíle, kdy elektronový paprsek dosáhne bodu M, v němž opět dojde skokem ke zvětšení amplitudy na úroveň odpovídající černé barvě. To znamená, že v průběhu všech řádek, které začínají v bodech G až L, bude obrazový signál přenášet informaci odpovídající bílé barvě. Modulace bude mít pochopitelně uvedený průběh v každém snímku. To znamená, že vždy po určité době t_H po skončení každého snímkového synchronizačního impulsu nastane skoková změna úrovně modulace, kte-

rá trvá po dobu Δt_H , a po níž se modulační úroveň vrátí na původní velikost.

Podobně jako v případě bílého svislého pruhu můžeme generovat uměle i obrazový signál odpovídající bílému vodorovnému pruhu. Snímkové synchronizační impulsy po průchodu zpoždovacím obvodem budou na jeho výstupu zpožděny o dobu t_H . Tako zpožděné impulsy spouštějí dálé monostabilní klopný obvod, jehož výstupní impulsy mají šířku Δt_H .

Víme, že doba potřebná k tomu, aby se elektronový paprsek přemístil z bodu A do bodu T je 20 ms (doba trvání jednoho půlsnímku). Je-li výška obrazovky $30,5 \text{ cm}$, bude vertikální rychlosť elektronového paprsku

$$v_v = \frac{30,5}{20} = 1,52 \text{ cm}/\text{ms}.$$

Budeme-li vyžadovat, aby pruh měl výšku b [cm], bude platit

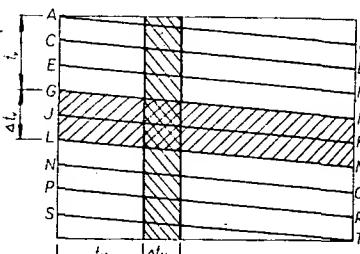
$$\Delta t_H = \frac{b}{v_v} \quad [\text{ms}; \text{cm}, \text{cm}/\text{ms}].$$

Zvolíme-li např. $b = 2 \text{ cm}$ bude

$$\Delta t_H = \frac{2}{1,52} = 1,31 \text{ ms}.$$

Budeme-li měnit dobu t_H v rozmezí 0 až 20 ms , bude se bílý vodorovný pruh pohybovat od vrchního okraje obrazovky ke spodnímu.

Jak je na první pohled patrné z obr. 19. můžeme průnikem svislého a vodorovného



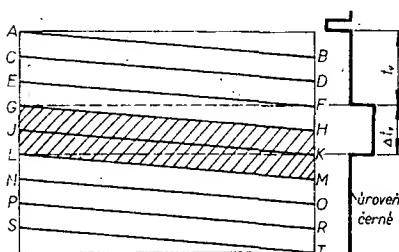
Obr. 19. Průnik svislého a vodorovného pruhu

pruhu získat pravouhlý obrazec, jehož rozměry jsou určeny časy t_H , Δt_H a jehož poloha je určena časy t_v , t_H . Průnik svislého a vodorovného pruhu je možno realizovat hradlovým obvodem.

Hradlovým obvodem (hradlem) rozumíme obecně obvod se dvěma vstupy a jedním výstupem. Podstata jeho činnosti spočívá v tom, že signál projde z jednoho vstupu k výstupu jen tehdy, má-li obvod na druhém vstupu vhodné napětí. Přivedeme-li obrazový signál svislého pruhu na jeden ze vstupů hradlového obvodu a obrazový signál vodorovného pruhu na druhý vstup, potom obrazový signál kteréhokoli z pruhů projde ze vstupu na výstup pouze v tom případě, je-li současně na druhém vstupu obrazový signál druhého pruhu. To znamená, že výstupní signál odpovídá obrazovému signálu pravouhlého obrazce, který je tvořen průnikem svislého a vodorovného pruhu.

Chceme-li tedy generovat obrazový signál, odpovídající bílému pravouhlému obrazci o výšce b a šířce a , budeme postupovat následujícím způsobem:

1. Generujeme obrazový signál vodorovného bílého pruhu o výšce b .
2. Generujeme obrazový signál svislého bílého pruhu o šířce a .



Obr. 18. Rozklad vodorovného bílého pruhu

3. Oba obrazové signály přivedeme na vstup hradla, přičemž na výstupu hradla bude signál, který již představuje obrazový signál pravouhlého obrazce.
4. Volbou velikosti časů t_v a t_H můžeme umístit generovaný obrazec na žádané místo televizní obrazovky.

Popis a funkce jednotlivých obvodů a součástek

Dříve než se budeme zabývat popisem dílčích obvodů vlastního zapojení elektronické hry, která je předmětem konstrukčního návodu tohoto čísla A.R.-B., zopakujeme si podrobně vše, co budeme potřebovat vědět o použitých součástkách, abychom si později mohli podrobně vysvětlit funkce jednotlivých částí zapojení a pochopit způsob činnosti celého přístroje. Nejdříve obrátíme svoji pozornost k integrovaným obvodům. V základním zapojení přístroje je použito celkem 13 integrovaných obvodů, z toho je 12 číslicových a jeden lineární. O lineárním integrovaném obvodu MAA723 se podrobne zmíníme, až se budeme zabývat popisem napájecího zdroje. Z číslicových integrovaných obvodů je použito 11 kusů čtyřnásobných dvouvstupových hradel NAND MH7400 a jeden dvojitý klopný obvod typu D, jehož označení je MH7474.

Číslicové integrované obvody TTL

Obvody MH7400 i MH7474 patří mezi základní typy z řady monolitických integrovaných obvodů TTL [15], [29]. Označení této řady jako TTL (z anglického transistor-transistor-logic) vystihuje způsob vazby mezi jednotlivými prvky daného logického systému, která se uskutečňuje přímo mezi tranzistory bez dalších mezičlánků (na rozdíl od DTL, RTL nebo jiných řad, kde se vazba realizuje diodami, odpory nebo jinými prvky). Řada TTL je patrně nejvíce rozvinutou řadou (posuzujeme-li tuto otázkou z celosvětového hlediska), je vyráběna největším počtem výrobců, v největším množství a v nejširším sortimentu. Zdá se, že významnými konkurenčními obvodům řady TTL budou v budoucnosti zejména obvody, vyráběné na základě různých technologií MOS, patrně především proto, že tyto technologie umožňují přecházet ke stále větším hustotám integrace (tedy umožňují soustředit do jednoho pouzdra větší počet prvků a základních funkcí) a tím realizovat složitější funkce v jednom obvodu. Příklady takových složitějších obvodů jsou známé – můžeme uvést třeba integrovaný vícemístní čítač s obvody paměti a dekódy, kompletní logickou síť číslicového voltmetu, úplný obvod pro číslicové hodiny atd. Obvody na základě technologií MOS mají také až rádově menší napájecí příkon a obvykle pracují s mnohem širší tolerancí napájecího napětí (vzhledem k obvodům TTL):

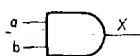
Při výrobě číslicových integrovaných obvodů TTL se používá planární technologie výhradně na bázi křemíku. Přímé vazby mezi jednotlivými obvodůmi se dosahují vícemístrovými tranzistory na vstupu každého logického členu, takže není třeba používat žádné další vazební součástky.

Základní logické členy

Hradlem nazýváme logický člen, jehož činnost (stav na výstupu) můžeme ovládat řídícím signálem na zvláštním vstupu tohoto členu. Hradla jsou podle svého úzprůsobení schopna realizovat určité logické operace.

Abychom si mohli tyto operace dále rozebírat a definovat, musíme si nejdříve specifikovat druh logiky, s níž hradla pracují. Jsou dva základní druhy logiky – pozitivní a negativní. V logických obvodech se prakticky uvažují pouze dvě úrovně signálu (označují se jako logická nula – log. 0 a logická jednička – log. 1). Signálu o úrovni log. 0 nebo log. 1 přísluší určité napětí. Jestliže je úroveň log. 0 menší než úroveň log. 1, říkáme, že jde o pozitivní logiku. Je-li poměr mezi úrovni log. 0 a log. 1 opačný, mluvíme o negativní logice. V zahraniční literatuře se někdy v pozitivní logice úroveň log. 0 označuje písmenem L (low – nízký) a úroveň log. 1 písmenem H (high – vysoký).

Nadále budeme mluvit pouze o pozitivní logice. Základní logické operace jsou logický součin, logický součet a negace (inverze). Logický součin (AND, česky A – čti jako spojku) znamená, že hradlo, které plní tuto funkci, musí mít v všech svých vstupech log. 1, aby i na jeho výstupu byla úroveň log. 1. (Tedy např. u dvouvstupového hradla AND, obr. 20, bude na výstupu X log. 1 jen tehdy,



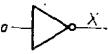
Obr. 20. Symbol dvouvstupového hradla AND

je-li úroveň log. 1 současně na vstupu a a b . Logický součet (OR, česky NEBO) naproti tomu znamená, že se na výstupu součetového hradla objeví úroveň log. 1, jestliže je signál log. 1 přítomen alespoň na jednom ze všech vstupů. (Opět vezmeme za příklad dvouvstupové hradlo OR, obr. 21, které bude mít na výstupu



Obr. 21. Symbol dvouvstupového hradla OR

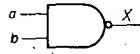
X úroveň log. 1, bude-li úroveň log. 1 na vstupu a NEBO na vstupu b , případně na obou vstupech současně.) Vzájemné vztahy mezi úrovněmi na vstupech a úrovní na výstupu můžeme analogicky rozšířit pro součtová i součinová hradla s větším počtem vstupů. Poslední ze tří jmenovaných základních logických operací (negace – NOT) je nejjednodušší. Je to prostě člen, který má-li na vstupu a úroveň log. 1, má na výstupu X log. 0 a naopak (obr. 22). Se znalostí těchto



Obr. 22. Symbol invertoru

tří základních logických operací (které si později doplníme pouze popisem klopného obvodu typu D) vystačíme při vysvětlení činnosti celého přístroje.

Základní logické obvody většinou v sobě zahrnují více než jednu základní logickou operaci. Na příklad známé hradlo NAND na obr. 23 nejenže realizuje logický součin, ale



Obr. 23. Symbol dvouvstupového hradla NAND

jeho výsledek invertuje, tj. výsledný signál má opačnou úroveň, než jakou měl logický

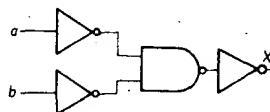
součin. Proto bude u takového logického člena v okamžiku, v němž bude na všech vstupech úroveň log. 1, na výstupní svorce úroveň log. 0. Analogicky se bude chovat hradlo NOR, obr. 24. Dále můžeme snadno



Obr. 24. Symbol dvouvstupového hradla NOR

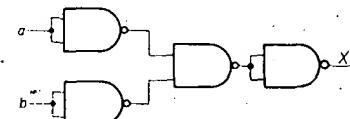
odvodit, že spojíme-li paralelně všechny vstupy hradla NAND, degraduje třeba i osmivstupové hradlo na obyčejný inverzor. To proto, že přivedeme-li do společného bodu spojených vstupů např. signál úrovně log. 1, bude na výstupu log. 0; přivedeme-li však do společného bodu vstupů log. 0, nebude na všech vstupech log. 1, a proto bude na výstupu úroveň log. 1. Tím jsme se vlastně dostali k tomu, jak lze z určitých logických členů tvořit jiné logické funkce, než jaké mají ve svém názvu. Teorie, která tyto vztahy řeší, se nazývá Booleova algebra. Vyměrem z ní opět jen ty vztahy, které budeme v dalším potřebovat. Víme, že vzhledem k výrobnímu sortimentu čs. výrobce polovodičových součástek n. p. TESLA Rožnov můžeme počítat pouze s hradly typu NAND. Protože (jak uvidíme dál) v zapojení potřebujeme realizovat i logický součet, ukážeme si, jak lze tuto funkci vytvořit za použití součinových hradel.

Předpokládejme, že potřebujeme vytvořit dvouvstupový obvod negovaného součtu (je na obr. 24). Zapojíme-li dvouvstupové součinové negující hradlo (NAND) tak, že signál před přivedením na jeho vstupy nejdříve invertujeme a signál na výstupu rovněž invertujeme (viz obr. 25), dostaneme obvod, který



Obr. 25. Vytvoření funkce NOR z invertorů a hradla NAND

vytváří přesně stejnou logickou funkci. Protože však nemáme k dispozici ani invertory, bude dvouvstupový obvod negovaného součtu realizován integrovaným obvodem MH7400 vypadat tak, jak jej vidíme na obr. 26. Přesvědčíme se spolu o pravdivosti návrhu. Člen na obr. 24 pracuje tak, že je-li na vstupech a i b úroveň log. 0, je na výstupu X úroveň log. 1. Je-li alespoň na jednom ze



Obr. 26. Vytvoření funkce NOR z dvouvstupových hradel NAND

vstupů a a NEBO b log. 1, pak je na výstupu úroveň log. 0. Ted budeme sledovat stav v zapojení podle obr. 25. Bude-li na obou vstupech úroveň log. 0, budou na obou výstupech invertorů úrovně log. 1. To však znamená, že na výstupu následujícího hradla NAND bude úroveň log. 0, kterou následující invertor změní na log. 1. To je v souladu s funkcí logického člena na obr. 24. Ponecháme na čtenáři, aby si sám zkontroloval všechny další možné kombinace logických úrovní na vstupech a , b .

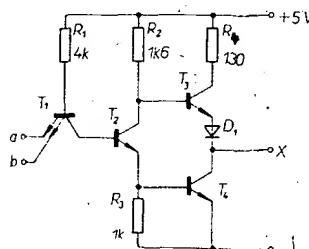
Podobným způsobem potom postupujeme při vytváření dalších, třeba i mnohem složitějších logických funkcí. Protože v mnoha

případech může existovat několik různých způsobů řešení, je správné, zvolíme-li ten způsob, při němž k řešení spotřebujeme nejménší počet logických členů (sledujeme tzv. minimalizaci řešení).

Probírali jsme si tedy některé základní zásady, které budeme potřebovat při návrhu logických sítí a obvodů. V dalším se zaměříme na konkrétní problémy, spojené s praktickým návrhem a stavbou logických obvodů. K tomu se potřebujeme seznámit s vnitřní strukturou logických členů, neboť jen tak si dokážeme vždy uvědomit všechny podmínky, které musí být pro správnou funkci obvodů splněny.

Vnitřní struktura základních logických členů

Vnitřní zapojení jednoho dvouvstupového hradla NAND (v integrovaném obvodu MH7400) jsou obsaženy čtyři takové členy) vidíme na obr. 27. Jak je vidět, jde o obvod



Obr. 27. Vnitřní struktura dvouvstupového hradla NAND (1/4 MH7400)

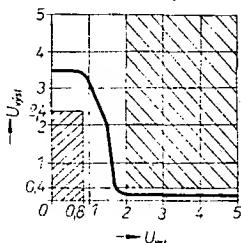
složený ze čtyř tranzistorů (z toho jeden má dva emitory), čtyř odporů a jedné diody. Vstupy a výstup máme označeny shodně s předešlými obrázky (a, b vstupy, X výstup). Nejprve si probereme stav, kdy je na obou vstupech napětí odpovídající log. 1. V tomto případě pracuje tranzistor T_1 v inverzním režimu, takže do báze T_2 teče (přes R_1 a otevřený přechod báze-kolektor T_1) proud, kterým se otevře tranzistor T_2 . Potom teče přes R_2 , přechod kolektor-emitor T_2 a R_3 proud asi 1,8 mA, který vytváří na R_4 úbytek napětí, otevírající přechod báze-emitor T_4 . Tranzistor T_4 tedy vede (je otevřen do saturace), přičemž T_3 je zcela uzavřen. Tranzistor T_3 je zcela uzavřen tím, že má na bázi též stejně napětí jako T_1 (jak jsme již řekli, T_2 je zcela otevřen, jeho saturacní napětí je blízké nule), ale napětí na emitoru je větší o úbytek napětí na polovodičovém přechodu diody, zapojené v propustném směru. Při této kombinaci napětí na vstupech logického člena je tedy výstupní svorka X jednák spojena se „zemí“ přes T_4 , otevřený do saturace, jednak odpojená od napájecího napětí +5 V (tranzistor T_3 je v nevodivém stavu).

Bude-li však některý ze vstupů a nebo bna úrovně log. 0, poměry v zapojení se změní. V tomto případě totiž pracuje T_1 v normálním režimu a je otevřen proudem, tekoucím do jeho báze přes R_1 z kladné svorky napájecího napětí (přechod báze-emitor je půlován v propustném směru). Stav na druhém vstupu (druhém emitoru T_1) tuto skutečnost již závažně neovlivní. Protože je T_1 sepnutý a na emitoru má napětí blízké nule, bude mít podobné napětí i na kolektoru a stejně napětí je tedy i na bázi T_2 . V tomto případě ovšem T_2 nevede a protože jím neteče proud, nepovede ani T_4 (na R_3 nevzniká žádný úbytek napětí). Potom všecky proudy, přicházející z kladné svorky napájecího napětí přes R_2 , můžou téci do báze T_3 , který se tedy otevří a připojuje výstup X přes R_4 a D_1 k napájecímu napětí. Uzavřený tranzistor T_3 tento stav výstupu pochopitelně nijak neruší.

Aby činnost obvodu probíhala podle předcházejícího popisu, je nutné dodržet určité

podmínky. Vedle požadavků na napájecí zdroje, o kterých se podrobněji zmíníme v jiné kapitole, musíme respektovat jak požadavky ze strany vstupů určitého logického členu (rozsah úrovní logických informací), tak ze strany výstupů (zatižitelnost). Zjednodušeně lze říci, že velikost napěťové úrovni na vstupech se bez nebezpečí může pohybovat v rozmezí napájecího napětí (0 až +5 V), přičemž jako úroveň log. 0 je definován signál v rozmezí 0 až 0,8 V, jako úroveň log. 1 je definován signál o napětí 2 až 5 V. Ve výjimečných případech dochází k tomu (třeba tehdy, je-li logický člen řízen jiným způsobem, než přímo výstupem jiného obvodu stejného druhu), že vstupní signál může mimořádně vybočovat z ustanovených mezd. Za takových okolností je však třeba učinit zvláštní opatření, která zajistí bezpečný provoz i za těchto podmínek.

Výstupní napěti logických obvodů je definováno běžně pro záťez deseti vstupů jiných logických členů (nebo pro záťez čtyřiceti vstupů u výkonových hradel) tak, že pro úroveň log. 0 je toto napětí méně než 0,4 V a pro úroveň log. 1 větší než 2,4 V. Z toho vidíme, že při dodržení podmínek doporučovaných výrobcem budou vždy požadavky jednotlivých spolupracujících členů s rezervou zaručeny. Velmi názorně jsou tyto skutečnosti zachyceny na obr. 28, na němž je



Obr. 28. Převodní charakteristika hradla NAND

nakreslena převodní charakteristika logického hradla NAND (závislost napětí na výstupu – svislá osa – na napětí na vstupu – vodorovná osa). Z obrázku vidíme, že přechod výstupu z jednoho stavu do druhého se neděje škokaem (jako je tomu např. u Schmittova obvodu), ale že jde o spojité funkci $U_{\text{výst.}} = f(U_{\text{vst.}})$, na jejímž grafickém znázornění můžeme najít úseky s přibližně lineární charakteristikou. Výše uvedené minimální i maximální úrovni ze strany vstupů i výstupu jsou v obrázku vymezeny vyšrafovánými plochami, které převodní charakteristika nesmí v žádném případě protinat (ani za nejnepříznivější kombinace nejhorších pracovních podmínek).

Z obrázku lze rovněž vyčíst (a lze to také jednoduše „staticky“ změřit přímo na logickém obvodu), že k přechodu z jedné úrovni do druhé dochází v úzkém rozmezí přibližně od 1 do 1,6 V (závisí na záťez, teplotě atd.). Právě požadavek za všech okolností spolehlivé funkce však tuto tzv. „zakázanou oblast“ podstatně rozšiřuje, aby v důsledku působení zhoršených podmínek nemohlo dojít k selhání činnosti obvodu. Jak jsme si již řekli, se vzájemným přímým spojováním logických členů nejsou potíže, jejich sluchitelnost je zaručena již jejich konstrukcí. Trochu jinak je tomu tehdy, chceme-li zajistit spolupráci obvodů s diskrétními součástkami a číslicovými integrovanými obvodůmi TTL. Podívejme se na tyto případy podrobněji.

Činnost základních logických členů v obvodech, podmínky spolupráce s jinými součástkami a obvody

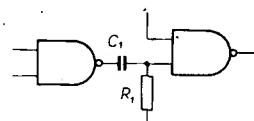
Abychom mohli správně navrhovat kombinované obvody, musíme vědět, jaké jsou

vstupní a výstupní proudy logických členů obsažených v sestavě [30]. Výstupy obvodů TTL jsou navrženy pro zatížení deseti vstupů jiných logických členů TTL. Mají-li tyto výstupy úroveň log. 1, teče do nich z výstupu předchozího členu TTL celkový proud 400 μA (40 μA do každého vstupu, který je na úrovni +2,4 V). Při průchodu tohoto proudu přes R_1 , T_1 a D_1 (obr. 27) vzniká úbytek napětí 1,2 až 1,6 V. Odečtením tohoto úbytku od napájecího napětí 5 V dostáváme napětí, které je na výstupu logického členu (zatíženého deseti vstupy). Napětí je 2,4 V. Při vstupní úrovni log. 0 teče do každého vstupu proud asi 1,6 mA, vlastnosti logického členu (tranzistoru T_1) jsou takové, že při tomto proudu není na výstupu napětí větší než 0,4 V (maximální úbytek napětí na sepnutém T_1 při proudu 16 mA). Z těchto údajů a ze schématu vnitřního zapojení vidíme, jakým způsobem můžeme hradlo zatížit a jakou záťez hradlo „utáhne“.

Budeme-li například logickým členem budit uzemněnou záťez, můžeme na jeho výstupu udělat třeba zkrat, aniž by došlo k nějaké poruše. Přitom však musíme počítat s tím, že maximální proud nakrátko bude omezen odporem R_1 a úbytkem napětí na T_1 a D_1 . (Protože v tomto případě vzniká v obvodu značná výkonová ztráta, smí být zkratován výstup jen jednoho ze všech logických členů obsažených v pouzdro). Výstupním signálem logického obvodu můžeme napájet rovněž takovou záťez, která je jedním vývodem připojená na napětí +5 V. V tom případě však musíme počítat s tím, že se napětí na záťez mění v rozmezí asi od 2 do 5 V, a že v tomto případě nemůžeme zmenšovat odpory takto zapojené záťez až do nuly, neboť hrozí nebezpečí zničení logického obvodu (tranzistor T_1 , obr. 27) velkým proudem.

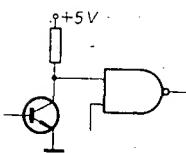
Jiné okolnosti musíme respektovat při návrhu obvodů, ovládajících vstupy logických členů. Řekli jsme si již, že je-li na vstupu logického členu úroveň log. 1, zatěžuje tento vstup předchozí obvod proudem 40 μA . Chceme-li, aby úroveň na tomto vstupu byla alespoň +2 V, pak musí být vstup spojen s kladnou napájecí svorkou +5 V přes odpory jisté velikosti, přes které se proud uzavírá. Tento případ není kritický, neboť vstupy logických členů se samy mají snahu nastavovat na úroveň log. 1, v praxi volíme obvykle odpory velikosti několika kilohmů. K poněkud jiné situaci dochází, chceme-li na vstupu logického členu nastavit úroveň log. 0. V tomto případě musíme ze vstupu odvést do země proud přibližně 1,6 mA (k dosažení úrovni $\leq 0,8$ V).

Jednoduchým výpočtem zjistíme, že maximální použitelný odpor je 470 Ω (z řady E 12), v praxi raději volíme odpory o stupni menší, tedy 390 Ω . K popsanému případu dochází, budeme-li vstup logického členu např. z derivacního článku (obr. 29). V tako-



Obr. 29. Buzení logického členu přes kondenzátor

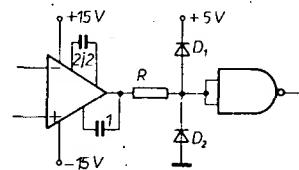
vém případě se předchozí úvahy vztahují právě k odporu R_1 . Bude-li k R_1 připojeno více vstupů logických členů (obecně n), bude výsledný odpor R_1 n křát menší. Je-li logický člen řízen např. tranzistorem v zapojení se společným emitorem (obr. 30), je úroveň log. 0 dáná úbytek napětí na tranzistoru v sepnutém stavu (úbytek je zpravidla menší, než jaký požadujeme; běžně menší než 0,1 V). V tomto případě musíme dát pouze pozor na to, aby součet všech proudů, které přicházejí do kolektoru tranzistoru (proud přes R_1 ,



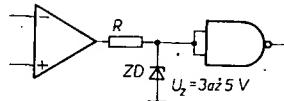
Obr. 30. Buzení logického členu tranzistorem

a proudy ze všech vstupů při připojení několika logických členů), nepřesáhl maximální povolený proud použitého tranzistoru, a aby byl budící signál pro tranzistor dostatečný.

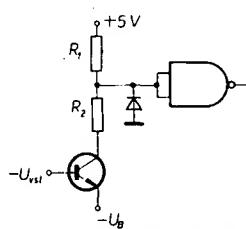
Někdy se stává, že signál, kterým potřebujeme řídit číslicové obvody, má jinou velikost, než o jaké jsme dosud mluvili. Budeme-li např. chtít řídit logický člen výstupním signálem komparátoru, osazeného integrovaným operačním zesilovačem (např. MAA501), bude se velikost tohoto řídícího signálu pohybovat přibližně od -12 do +12 V. Tak velké napětí by však mohlo zničit připojený logický člen. V tomto případě musíme omezit rozsah signálu, přicházejícího na vstup logického členu (např. podle obr. 31 nebo 32). Pro převod záporných signálů musíme používat složitější převodníky s pomocným tranzistorem (obr. 33).



Obr. 31. Převod úrovně z výstupu operačního zesilovače



Obr. 32. Jiný způsob převodu úrovně z výstupu operačního zesilovače



Obr. 33. Převod signálu se zápornou úrovní

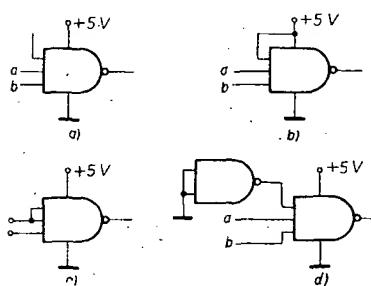


Tím jsme si probrali základní zásady, podle nichž zapojujeme vstupy a výstupy logických členů integrovaných obvodů TTL při jejich začlenování do určitého funkčního celku.

Až dosud jsme se při výkladu opírali o vlastnosti a zapojení logického členu NAND. Protože tento člen je základním prvkem téměř všech u nás vyráběných integrovaných obvodů TTL, můžeme říci, že uvedené závěry platí s malými odchylkami i pro vstupní a výstupní proudy ostatních typů IO, které jsou většinou vytvořeny určitým spojením menšího nebo většího počtu základních logických členů NAND.

Ošetření nevyužitých vstupů

V logických obvodech se velmi často stává, že některé ze vstupů zůstanou nevyužity. Zmíme se proto ještě krátce o tom, jak se takové vstupy ošetřují, aby parazitní signály na nich nezanášely do zapojení zbytečné chyby a nesnáze (obr. 34) [29], [30]. Nejjed-



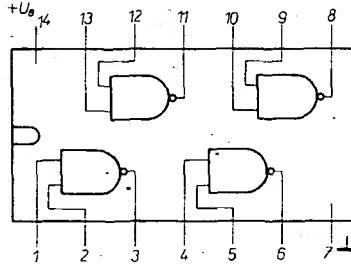
Obr. 34. Příklady zapojení nevyužitých vstupů

nodusí je nechat nezapojené vstupy volné, neboť takový vstup se chová jako vstup nastavený na úroveň log. 1 (s ohledem na náchylnost k rušení a další nepříznivé důsledky však tohož způsobu využíváme jen výjimečně). Téhož výsledku dosahneme připojením nevyužitých vstupů na napětí o úrovni log. 1 (2,4 až 5 V). Další, rovněž často používanou možností je připojit nevyužité vstupy ke vstupům funkčním. V praxi volíme vždy způsob, který je v daném zapojení nejvhodnější, jak z hlediska funkčního, tak i z hlediska návrhu plošných spojů.

V předchozím pojednání jsme považovali za vhodné seznámit čtenáře se základními vlastnostmi číslicových integrovaných obvodů řady TTL i s některými praktickými aplikacemi, pravidly proto, že konstrukce popsána v této publikaci dává široké možnosti každému ze čtenářů, aby uplatnil svoji fantazii a tvůrčí schopnosti. Elektronickou hru je totiž možno dále doplňovat a rozšiřovat, což je však právě podmíněno především znalostí funkce a možností použitých základních součástek. Dále si podrobněji popíšeme oba typy číslicových IO, použitých ke konstrukci hry na obrazovce.

Číslicový integrovaný obvod MH7400

Číslicový integrovaný obvod MH7400 obsahuje na jedné křemíkové destičce (čipu) čtyři dvouvstupové hradla NAND (schéma vnitřního zapojení je na obr. 27). Obvod je zapouzdřen do pouzdra z plastické hmoty se dvěma řadami vývodů (dual-in-line), jejichž celkový počet je 14. Zapojení jednotlivých vývodů při pohledu shora (na identifikační



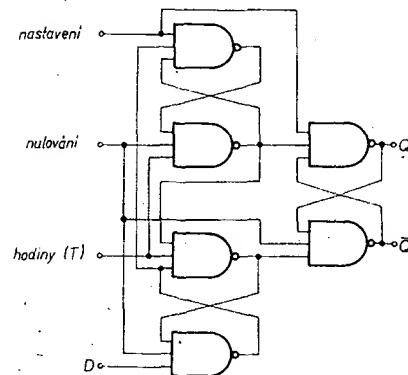
Obr. 35. Zapojení obvodu MH7400

označení na pouzdro) je na obr. 35. Protože činnost dvouvstupového součinnového hradla jsme si podrobne rozebrali již dříve, můžeme se věnovat dalšímu obvodu, s nímž se v konstrukčním návodu setkáváme.

Číslicový integrovaný obvod MH7474

Číslicový integrovaný obvod MH7474 je klopny obvod typu D, přičemž v jednom pouzdro (na jedné křemíkové destičce) jsou obsaženy tyto logické členy dva. Stejně jako MH7400 je i tento integrovaný obvod v pouzdro z plastické hmoty se 14 vývodů ve dvou řadách (obr. 36). Vě srovnání s logickým členem NAND je MH7474 mnohem složitější, ve struktuře jednoho systému je obsaženo např. 16 tranzistorů (viz obr. 37, srovnajte s obr. 27). Prohlédneme-li si zapojení pozorně, můžeme v něm vysledovat jednotlivá hradla NAND, z nichž je celý klopny obvod složen (podle obr. 38). Činnost klopny obvodu typu D lze stručně popsát s pomocí pravdivostní tabulky, podle

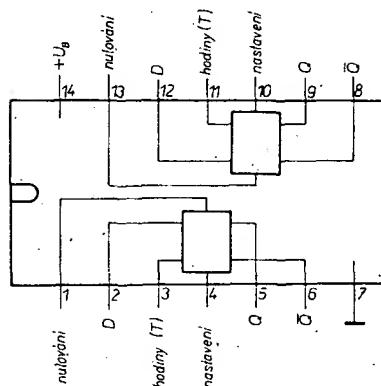
niž platí: je-li na vstupu D v okamžiku, kdy přišel na vstup T hodinový impuls, úroveň log. 1, přejde výstup Q zároveň s čelní hranou hodinového impulsu rovněž na úroveň log. 1, výstup \bar{Q} (Q negovaný) přejde zároveň na úroveň log. 0. Tyto změny jsou zcela nezávislé na tom, do jakého stavu byl obvod nastaven před příchodem hodinového impul-



Obr. 38. Blokové schéma klopného obvodu typu D

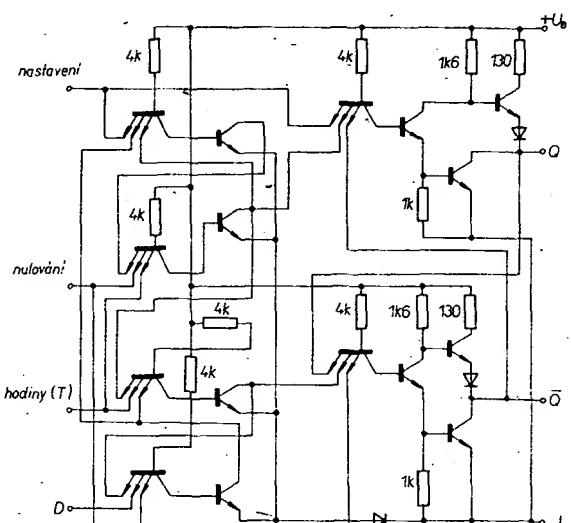
Tab. 1. Tabulka úrovní (platí pouze pro zapojení na obr. 39)

R	S	Q	\bar{Q}
1	0	1	0
0	1	0	1
1	1	pův. stav	pův. stav.
0	0	neurčitý stav	neurčitý stav



Obr. 36. Zapojení obvodu MH7474

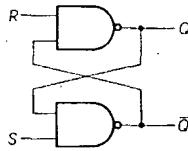
su. Naopak bude-li v okamžiku příchodu hodinového impulsu na vstupu D úroveň log. 0, přejde výstup Q rovněž na úroveň log. 0 a zároveň samozřejmě výstup \bar{Q} na úroveň log. 1 (opět současně s čelní hranou hodinového impulsu). Podmínkou pro činnost podle předchozího popisu (tedy podle pravdivostní tabulky) je trvalá přítomnost signálu s úrovni log. 1 (na obou tak zvaných asynchronních vstupech (vstup „nastavení“ a vstup „nulování“). Tyto vstupy jsou z hlediska vlivu na výstup nadřazen vstupům T a D, takže při signálu na některém z asynchronních vstupů (je-li na některém z nich úroveň log. 0) nezávisí stav výstupů na tom, co se děje na vstupech T a D. Činnost asynchronních vstupů lze odvodit již z jejich názvů. Signál na vstupu „nulování“ klopny obvodu „vynulu-



Obr. 37. Vnitřní zapojení klopného obvodu typu D (1/2 MH7474)

je", čili nastaví výstup Q na úroveň log. 0. Naproti tomu signál na vstupu „nastavení“ způsobí, že se výstup Q nastaví na úroveň log. 1. K aktivaci (uvedení do činnosti) každého z obou asynchronních vstupů dochází při přivedení signálu o úrovni log. 0 na některý z těchto vstupů. Ke správné funkci je třeba zajistit, aby se signál s úrovni log. 0 nemohl objevit na obou asynchronních vstupech současně, neboť tento stav nedává na výstupech obvodu definovanou odezvu (výstupní obvody klopného obvodu MH7474 jsou vlastně tvořeny klopným obvodem R-S – viz dál).

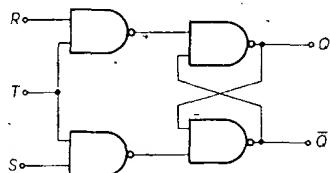
Podrobný rozbor činnosti tohoto číslicového obvodu nebudeme vzhledem k jeho značné složitosti uvádět. Bude však užitečné, ujasniteli si jeho funkci alespoň na zjednodušeném klopném obvodu typu D, sestaveném z hradel NAND. Nejdříve se podíváme, jak pracuje nejjednodušší klopný obvod, zvaný R-S (obr. 39). Pravdivostní tabulka



Obr. 39. Klopný obvod R-S

(tab. 1) nám říká, že přivedení signálu s úrovni log. 0 na kterýkoli ze vstupů R nebo S způsobí, že se příslušný výstup (tj. výstup toho hradla, na jehož volný vstup jsme signál log. 0 přivedli) nastaví na úroveň log. 1. Vzájemná vazba mezi výstupy a vstupy obou hradel NAND způsobí, že se zároveň druhý výstup nastaví na úroveň log. 0. Současná přítomnost signálu o úrovni log. 0 na obou vstupech (R a S) nedává na výstupech jednoznačnou odezvu – srovnej s činností asynchronních vstupů obvodu MH7474.

Rozšířením klopného obvodu R-S o další dve hradla NAND získáme tzv. klopný obvod R-S-T (obr. 40). Přidaná hradla, která



Obr. 40. Klopný obvod R-S-T

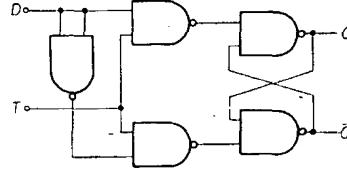
májí dva vstupy spojeny a vyvedeny jako hodinový vstup T, zaručují, že přechod klopného obvodu z jednoho stavu do druhého může probíhat pouze za přítomnosti hodinového impulsu. Protože však přidaná hradla typu NAND realizují negovaný logický součin signálu na hodinovém vstupu T a signálu na některém ze vstupů R a S, bude pravdivostní tabulka (tab. 2) oproti tab. 1 poněkud

Tab. 2.

R	S	Q	\bar{Q}
1	0	0	1
0	1	1	0
1	1	neurčitý stav	neurčitý stav
0	0	pův. stav	pův. stav

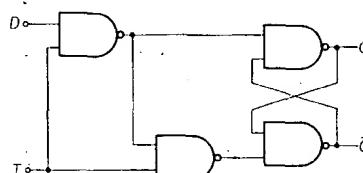
pozměněna. Klopný obvod mění svůj stav za přítomnosti signálu log. 1 na hodinovém vstupu T a některém ze vstupů R a S, neboť v tomto případě se na výstupu příslušného hradla NAND objeví úroveň log. 0, což je signál, který může změnit stav následujícího

běžného klopného obvodu R-S. Tento obvod se klopného obvodu typu D již zásadně liší jenom tím, že kromě hodinového vstupu má ještě dva vstupy pro řídící signál. Velmi jednoduchou úpravou můžeme pak změnit klopný obvod R-S-T na obvod typu D (obr. 41). Hlavní předností tohoto obvodu je to, že



Obr. 41. Zjednodušený klopný obvod typu D

u něho nemůže dojít k neurčitému stavu, neboť signály na vstupech pomyslného klopného obvodu R-S-T jsou vždy vzájemně opačné (díky přidanému hradlu, pracujícímu jako invertor). Jiná varianta zapojení klopného obvodu typu D (sestaveného z dvouvstupových hradel typu NAND obr. 42) je



Obr. 42. Jiné zapojení klopného obvodu typu D

proti předchozímu zapojení upravena tak, že vystačíme při její realizaci jen se čtyřmi hradly (jeden integrovaný obvod MH7400).

Tyto „synetizované“ klopné obvody typu D se však od obvodu MH7474 dosti liší – nelze u nich totiž nastavit určitý stav na výstupech bez přítomnosti hodinového impulsu (nemají asynchronní vstupy), a dále ke změně stavu na jejich výstupech může docházet po celou dobu trvání hodinového impulsu, mění-li se v této době logické úrovny na vstupu D. V některých zapojeních však tyto okolnosti nevadí nebo jsou spíše naopak vítány (např. u paměti, které zafazujeme mezi čítače a dekodéry u obvodů pro zobrazení čísel na displejích).

Popisem základních vlastností číslicových integrovaných obvodů MH7400 a MH7474 jsme si vytvořili podmínky k vysvětlení činnosti základních funkčních celků, obsažených v jednotlivých částech konstrukce „hřiště na obrazovce TVP“, případně k samostatné práci na úpravách a rozšiřování předpokládaného stavebního návodu.

Popis a funkce dílčích obvodů

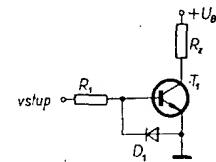
V předchozí kapitole jsme se poměrně podrobně seznámili s vlastnostmi číslicových integrovaných obvodů použitých v zapojení elektronické hry, dále s jejich strukturou a také se zásadami, jimiž se při návrhu obvodů s těmito moderními součástkami řídíme. V následujícím pojednání si probereme zapojení několika základních obvodů (sestavených z číslicových integrovaných obvodů), které se v stavebním návodu několikrát opakují.

Předem upozorňujeme, že nejde o žádné speciální obvody, naopak jsou to široce využitelná zapojení základních obvodů pro vytváření, případně úpravy impulsů. Připomeneme si zásady, podle nichž postupujeme při návrhu těchto obvodů, a popišeme si vlastnosti jednotlivých zapojení. Nejjednodušší z této skupiny obvodů je spinaci obvod

s tranzistorem, jehož vlastnosti si probereme jako první.

Spinaci obvody s tranzistory

Popis dílčích obvodů, z nichž nakonec bude složeno zapojení elektronické hry, začneme popisem tranzistorového spinacího obvodu, bez něhož si logické obvody a systémy nedovedeme vůbec představit. Spinaci obvod s tranzistorem se v logických obvodech, s nimiž se ještě v souvislosti s konstrukčním návodem setkáme, vyskytuje především jako prvek zakončující každý logický člen, dále však i jako zvláštní spínač, sestavený z diskrétních součástek. První případ jsme si již osvětlili v souvislosti s popisem logického člena NAND. Zapojení tranzistorového spínače, sestaveného s použitím diskrétních součástek, vidíme na obr. 43. Tranzistor

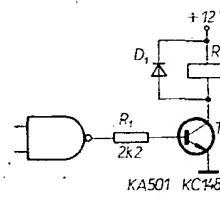


Obr. 43. Spinaci obvod s tranzistorem

pracuje jako paralelní spínač v zapojení se společným emitorem. Tento způsob zapojení je nejbežnější, neboť umožňuje dobré využití vlastností tranzistorů.

Je evidentní, že napětí U_B , napájecí zátěž R_E , musí být menší než je závěrné napětí použitého tranzistoru T_1 (aby se zátěž mohla správně odpojit), a že zátěžovací odpor musí být správně dimenzován s ohledem na velikost napětí U_B a dovolený kolektorový proud I_C . Odpor R_E má za úkol chránit tranzistor před zničením při silném velkém proudem, tekoucím do báze. Dioda D_1 zase chrání přechod báze-emitor před napětím opačné polarity. Kromě závěrného napětí a proudu kolektoru sledujeme u spinacích tranzistorů další parametry, které mohou být ve speciálních případech neméně závažné (úbytek napětí na tranzistoru v sepnutém stavu, spinaci rychlosť, zesilovací činitel, kapacita přechodů atd.).

HLAVNÍ PODMÍNKOU SPRÁVNÉ ČINNOSTI TRANZISTOROVÉHO SPÍNAČE JE JEHO ČINNOST V OBLASTI NASEYCENÍ. TOHOTO STAVU DOSÁHNEME SPRÁVNOU VOLBOU BUDICÍHO PRAVDOU (POPŘ. SPRÁVNOU VOLBOU POMĚRU MEZI PRAVDOU ŘÍZENÝM A PRAVDOU ŘÍDÍCÍM). ŘÍDÍCÍ PRAVDO VOLÍME PODLE NEJMENŠÍHO PŘEDPOKLÁDANÉHO ZESILOVÁVÁCE ČÍNITELA TRANZISTORU TAK, ŽE VÝPOČETEM ZÍSKANÝ ÚDAJ NĚKOLIKANÁSOBNĚ (PODLE OKOLNOSTÍ) ZVĚTŠÍME. UVEDME SI PŘÍKLAD: VÝSTUPEM LOGICKÉHO ČLENU CHECME OVLÁDAT RELÉ, KTERÉ SPÍNÁ PŘI 12 V, PŘÍČEMŽ ODEBÍRÁ PRAVDO 50 mA. NA PRVÝ POHLED JE PATRNÉ, ŽE TYTO POŽADAVKY SE VYMIKAJÍ Z MEZÍ MOŽNOSTÍ ČÍSLOVÝCH INTEGROVANÝCH OBVODŮ TTL. MUŠÍME TĚDY MEZI VÝSTUP LOGICKÉHO ČLENU A RELÉ ZAŘADIT TRANZISTOROVÝ SPÍNAČ (OBR. 44). SROV-



Obr. 44. Ovládání relé výstupem logického člena

náním katalogových a cenových údajů zjistíme, že nejhospodárnější můžeme tento spínač osadit (aniž bychom překročili dovolené meze katalogových podmínek) tranzistorem KC148 (uvádějeme pouze křemíkové tranzistory), neboť tento tranzistor splňuje napěťové i proudové nároky spínacího relé a na rychlosť sepnutí nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky (bude vždy větší než rychlosť překlápení mechanických součástí relé). Zbývá již pouze vypočítat správnou velikost R_1 . Z katalogu zjistíme, že zesilovací činitel tranzistoru KC148 může být 125 až 900. Dělme-li spínáný proud 50 mA nejménším zesilovacím činitelem (podle katalogu), dostaneme 0,4 mA. Při log. 1 je na výstupu logického členu napětí minimálně 2,4 V. Od tohoto napětí musíme odečíst 0,7 V (úbytek na přechodu báze-emitor) a výsledek dělme pořebným proudem báze. Odpor R_1 (max.) výjde pak 4,25 k Ω .

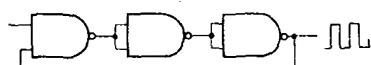
Použijeme-li např. odpor 2,2 k Ω , bude podmínka dostatečného přebuzení určitě splněna, neboť zesilovací činitel KC148 bývá běžně kolem 300 až 400, napětí na výstupu logického členu při tak malé zátěži bývá až 3,5 V a mimo to jsme odpor R_1 zvolili přibližně poloviční vzhledem k odporu, který jsme vypočítali. Odhadem lze stanovit, že buzení tranzistoru je zajistěno s přibližně šesti až osminásobnou rezervou. I z těchto podmínek je proud báze hluboko pod mezi, udávanou v katalogu pro KC148 jako maximální a na výstupu logického členu zůstává zachován signál příslušných logických úrovní pro případné buzení dalších logických obvodů. Dioda D_1 zapojená paralelně k vinutí chrání tranzistor před zničením napěťovými špičkami (opačné polarity, než je napájecí napětí), které vznikají na indukčnosti vinutí relé při přechodu tranzistoru T_1 do nevodivého stavu.

Podobným způsobem postupujeme při výpočtu jiných spínacích obvodů, osazených tranzistory (spínání signální díutnávky apod.).

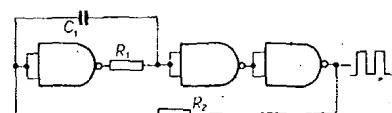
Ve speciálních případech (např. v číslicové měřicí technice) se k dosažení malých úbytků napětí na sepnutém tranzistoru používá tzv. inverzní zapojení tranzistorového spínače, u něhož se dosahuje zbytkových napětí řádu milivoltů. Tento druh spínače se však v popisované konstrukci spínače nepoužívá, proto se jím nebudeme zabývat.

Obvody pro generování impulsů (multivibrátory)

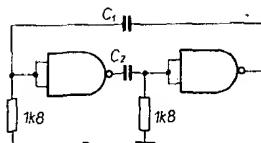
Na logické členy NAND můžeme do jisté míry pohližet jako na zesilovače. Vhodným uspořádáním těchto členů s použitím určité zpětnovazební větve můžeme vytvořit generátory, produkující střídavé napětí impulsního charakteru. Kmitočet, případně i střidu výstupního napětí můžeme v širokých mezech



Obr. 45. Jednoduchý multivibrátor z hradel NAND



Obr. 46. Nesymetrický multivibrátor z hradel NAND



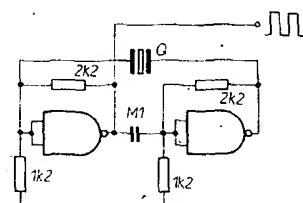
Obr. 47. Symetrický multivibrátor z hradel NAND

ovlivňovat vhodnou volbou pasivních součástek zpětnovazebních obvodů (hlavně kondenzátorů). Nejjednodušší takový obvod je na obr. 45. Zpětnovazební smyčka je zde uzavřena přímo mezi logickými členy bez dalších součástek. Kmitočet tohoto multivibrátoru závisí pouze na vlastnostech použitých hradel (na jejich tzv. době zpoždění) a pohybuje se mezi 20 až 25 MHz. Generátor lze klíčovat signálem logické úrovně, přiváděným na volný vstup prvního hradla.

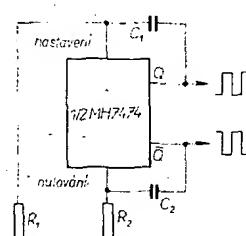
V zapojení na obr. 46 je kmitočet určen především prvky článku RC , C_1 a R_1 , přičemž $R_1 \leq 470 \Omega$ (vysvětleno v předešlé kapitole). Odpor R_2 ovlivňuje v jistých mezech střidu výstupního napětí obdélníkovitého průběhu (opět $R_2 \leq 470 \Omega$). Volbou C_1 lze v tomto zapojení získat signál o kmitočtu v rozmezí od stovky Hz do několika MHz.

Na dalším obrázku (obr. 47) je zapojení tzv. symetrického multivibrátoru. Na první pohled lze zapojení zařadit jako obdobu známých tranzistorových multivibrátorů. Přibližná doba jednoho kmitu je dána vztahem $T = 0,5RC$. V podobném zapojení na obr. 48 je kmitočet dán sériovým rezonančním kmitočtem použité piezoelektrické kryštalové jednotky (krystalu), nahrazující jeden z obou kondenzátorů z předešlého obrázku. Tento kryštalový generátor je vhodný zejména tam, kde nevadí, že jeho jednoduchost je na úkor stability (v praxi je možno počítat s dlouhodobou stabilitou řádu 10^{-4} až 10^{-5}). Při použití krystalů s kmitočtem asi 100 kHz a méně jeví někdy tento druh generátoru sklon k kmitání na lichých harmonických kmitočtech. Tomuto jevu čelíme zapojením vhodného kondenzátoru paralelně k odporu (zatižením krystalu).

Generátor na základě symetrického multivibrátoru můžeme sestavit i s použitím klopného obvodu typu D (jedna polovina obvodu MH7474). V tomto případě se využívají pouze asynchronní vstupy (vlastně pouze výstupní klopný obvod R-S - viz obr. 49). Toto zapojení může být vhodné tchdy, zvoucí-li nám po sestavení určitého logického systému jedna polovina pouzdra MH7474 volná, takže ji můžeme takto zužitkovat.

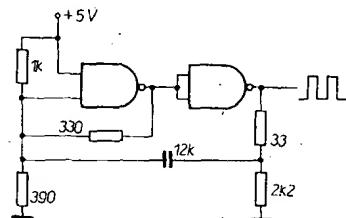


Obr. 48. Krystalem řízený multivibrátor z hradel NAND



Obr. 49. Multivibrátor z jedné poloviny : MH7474

Všechna dosavadní zapojení (kromě zapojení s krystalem) mají jednu společnou nevýhodu, která může být v některých případech na závadu. Jejich kmitočtová stabilita (zejména závislost kmitočtu výstupního signálu na napájecím napětí) je velmi špatná. Například u symetrického multivibrátoru se kmitočet výstupního signálu změní až o $\pm 20\%$ při změnách napájecího napětí o $\pm 5\%$. Na obr. 50 je zapojení, které je v tomto směru mnohem dokonalejší. Správným seřízením (změnou odporu $1,1 k\Omega$) lze dosáhnout při změnách napájecího napětí o $\pm 5\%$ kolisní kmitočtu výstupního signálu menší než 1 %. Kmitočet lze nastavit na požadovanou velikost volbou kapacity kondenzátoru C_1 . Se součástkami podle obrázku pracuje generátor z obr. 50 na kmitočtu přibližně 100 kHz.



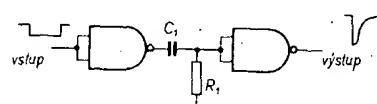
Obr. 50. Zapojení stabilního multivibrátoru z hradel NAND

Obvody pro úpravu impulsů

Zapojení elektronické hry se mimo jiné skládá ze značného počtu obvodů, které nějakým způsobem zpracovávají a upravují přiváděné impulsy [15]. Mezi těmito obvody můžeme roznechat dvě hlavní skupiny: především jsou to obvody, které umožňují odvodit od synchronizačních impulsů další impuls, jehož časový odstup od řídicího impulsu je závislý na velikosti pomocného stejnosměrného napětí. Protože jde o obvod poměrně speciální, vysvětlíme si jeho činnost až spolu s popisem zapojení příslušných dílů elektronické hry.

Druhou skupinu tvoří monostabilní klopné obvody (případně derivační obvody), které z impulsu obecné šířky vytvářejí impulsy s přesně definovanou dobou trvání. Protože jde o obvody velmi často v logických systémech používané, probereme si jejich zapojení a činnost podrobněji.

Nejjednodušší je obvod na obr. 51. Je vhodný pouze ke zkracování buďcího impulsu.

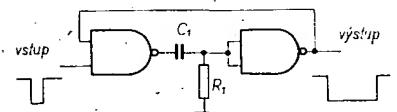


Obr. 51. Jednoduchý obvod ke zkrácení impulsů

su (někdy může být zkrácení takové, že výstupní impuls je vlastně jen odzvou na náhodnou hranu impulsu vstupního).

V klidu je na vstupu prvního hradla úroveň log. 1, na výstupu log. 0. Vstup druhého hradla má úroveň log. 0 (je udržován na této úrovni pomocí R_1 , jehož odpor je maximálně 470Ω).

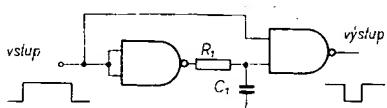
Přivedeme-li nyní na vstup prvního hradla signál o úrovni log. 0, přejde jeho výstup na úroveň log. 1. Vazební kondenzátor C_1 se ihned začne nabíjet, avšak nabíjecí proud, protékající odporom R_1 , vytváří na tomto odporu (tedy na vstupu druhého hradla) úbytek napětí, který způsobí přechod výstupu druhého hradla na úroveň log. 0. Za dobu $\tau = R_1 C_1$ se však kondenzátor nabije natolik, že nabíjecí proud již na R_1 nevytváří úbytek, schopný udržet hradlo v tomto stavu, a proto



Obr. 52. Monostabilní klopňový obvod vhodný k prodlužování impulsu

sé výstup hradla vrátí na původní úroveň log. 1. Protože změna napětí na vstupu druhého hradla je závislá na rychlosti nabíjení kondenzátoru, je přechod do původního stavu relativně velmi pomalý (v závislosti na kapacitě kondenzátoru C_1). Bude-li doba trvání buditího impulsu menší než $\tau = R_1 C_1$, přenese se impulz na výstup bez změny.

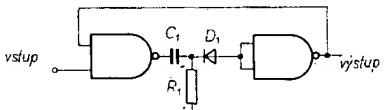
Na obr. 52 je dokonalejší zapojení se zpětnou vazbou, která zabraňuje zkracování doby trvání výstupního impulsu působením vstupního impulsu s kratší dobovou trvání, než je součin $R_1 C_1$. Při prodlužování impulsu se výstupní hradlo překládí po původní polohy působením zpětné vazby značně rychleji, což se příznivě projevuje na tvaru výstupního impulsu (na kolmosti týlové hrany). Při zkracování impulsu jsou poměry stejné jako u předchozího zapojení. V některých případech může být výhodnější, používat-li v monostabilním klopňovém obvodu časovací



Obr. 53. Jiné zapojení monostabilního klopňového obvodu

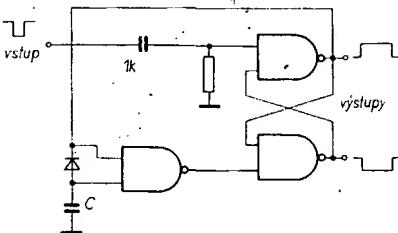
člen RC integračního typu, neboť potom může být jeden konec časovacího kondenzátoru uzemněn. Takové zapojení vidíme na obr. 53. Ve stabilním stavu je na vstupu prvního hradla úroveň log. 0 a vzhledem ke zpětné vazbě musí být na výstupu druhého hradla úroveň log. 1. Kondenzátor C_1 je přes R_1 připojen k výstupu prvního hradla, na němž je úroveň log. 1. Přivedeme-li nyní na vstup monostabilního klopňového obvodu spouštěcí impulс s úrovňou log. 1, přejde působením zpětné vazby výstup druhého hradla ihned na úroveň log. 0. Zároveň se však překlopí výstup prvního hradla na úroveň log. 0 a začne se vybíjet (přes odpor R_1) kondenzátor C_1 . Za dobu $\tau = R_1 C_1$ se C_1 vybije natolik, že výstup druhého hradla přejde opět na úroveň log. 1. Vráti-li se však signál na vstupu na úroveň log. 0 dříve, než uplyne doba $\tau = R_1 C_1$, bude šířka výstupního impulsu stejná jako šířka impulsu buditího. Obvod je tedy vhodný pouze ke zkracování impulů a přitom musíme počítat se zhoršením strmosti týlové hrany výstupního impulsu.

Pokud by byla na závadu poměrně velká teplotní závislost šířky výstupních impulů popisovaných monostabilními klopňovými obvodů, můžeme zapojení doplnit diodou (obr. 54), která vliv změn okolní teploty na šířku výstupního impulsu do jisté míry kompenzuje.



Obr. 54. Monostabilní klopňový obvod s teplotní kompenzací

V literatuře můžeme rovněž nalézt zapojení s využitím kombinace součinnových nebo součtových hradel a tranzistorů. Protože však v konstrukčním návodu se tato zapojení



Obr. 55. Univerzální monostabilní klopňový obvod

neuplatňují, nebudeme se jimi dálé zabývat. Rovněž zapojení na obr. 55 nemá v praktickém návodu přímé uplatnění. Považujeme však za užitečné se o něm zmínit, protože si to díky svým výborným vlastnostem určitě zaslouží. Zapojení využívá klopňového obvodu R-S, což zaručuje, že všechny hrany výstupních impulů jsou velmi strmé (strmost je dána rychlostí přepínání logicích hradel NAND, z nichž je klopňový obvod R-S sestaven). Vzhledem k tomu, že spouštěvý signál je do monostabilního klopňového obvodu přiváděn přes derivační článek, může tento obvod sloužit jak ke zkracování, tak k prodlužování vstupních impulů. Obvod též vyniká dobrou stabilitou doby trvání výstupního impulsu při změnách teploty okolí nebo napájecího napětí.

Zdroje pro napájení obvodů s číslicovými integrovanými obvody

Číslicové integrované obvody, vyžadují ke správné funkci napájecí obvody, udržující napětí na velikosti 5 V s maximální odchylkou $\pm 5\%$. Má-li být zaručena správná funkce těchto obvodů, nesmí se tedy napětí zvětšit nad 5,25 V (hrozí nebezpečí zničení obvodů), ani zmenšit pod 4,75 V (obvod nemusí plnit předepsané funkce a na správnou činnost zařízení nelze spoléhat). Tyto meze se nemají překročit za žádných okolností, protože se nemůžeme spokojit s tím, že napájecí napětí změříme třeba Avometem těsně po zapnutí přístroje. Některá zapojení stabilizátorů mají např. tu vlastnost, že v okamžiku těsně po zapnutí se na jejich výstupu objeví napěťová špička, značně větší než je napětí po ustálení. Podobné jevy mohou být příčinou zádánlivě nevysvětlitelného „odcházení“ integrovaných obvodů nebo i jiných součástek. Dalším nevítaným jevem jsou krátkodobá zmenšení napětí, vznikající především v synchronně pracujících systémech jako následek současného sepnutí velkého počtu obvodů. Tato zmenšení napětí mohou způsobit nesprávné překlápení jiných obvodů, což v důsledku znamená opět poruchy funkce. Všechny tyto závažné poruchové jevy spolehlivě odhalíme kontrolou napájecích obvodů osciloskopem. Nejspolehlivější ochranou proti všem přechodovým jevům je dostatečně blokovat napájecí obvody vhodnými kondenzátory. Přitom však nemusí vždy platit, že čím větší bude kapacita blokovacího kondenzátoru, tím lépe. Mohou nastat i takové případy, kdy úplně postačí keramický kondenzátor 0,1 μF typu TK 782 tam, kde nepomohl ani elektrolytický kondenzátor s větší kapacitou. Důležitou roli hráje též umístění těchto blokovacích kondenzátorů: vždy se snažíme zapojit je co nejbližší ke zdrojům možného rušení (napěťové špičky od přepínání apod.).

Dosavadní úvahy a připomínky se týkaly především rozvodu napájecího napětí k jednotlivým číslicovým obvodům. Nyní obrátíme pozornost k vlastnímu stabilizátoru. Požadavek stabilizovat napětí 5 V s přesností $\pm 5\%$ není nijak tvrdý a u běžných zapojení číslicových integrovaných obvodů s napájecím zdrojem nejsou obvykle potřeba. Při

konstrukci hry jsme vycházeli z této úvahy, a proto jsme pro napájení všech obvodů televizní hry chtěli použít stabilizovaný zdroj, popsáný v [16]. Praktické zkoušky nás však přesvědčily o tom, že u „hrisťána obrazovce“ jsou požadavky na napájecí zdroj velmi přísné. Příčinu lze spatřovat v tom, že vlastnosti obvodu generátoru rádkových synchronizačních impulů jsou na velikost napájecího napětí tak závislé, že již malé odchylky od požadovaného napájecího napětí značně zhoršují zobrazení jednotlivých prvků hry (raket, míče) na obrazovce, což navíc značně zhoršuje celkový dojem (obrazy raket se prohýbají nebo jinak deformují, při použití televizoru s horšími vlastnostmi synchronizačních obvodů se obraz může „trhat“ nebo se může zcela rozpadnout).

Po získání těchto zkušeností jsme se rozhodli pro sice nákladnější, ale z funkčního hlediska plně využívající zapojení stabilizátoru napájecího napětí s použitím monolitického integrovaného obvodu MAA723. Podrobně je zapojení napájecího zdroje popsáno v kapitole, zabývající se výkladem činnosti celého zapojení elektronické hry.

TV tenis

Konstrukce této elektronické hry vychází ze základních informací, uveřejněných v [17], [18], [19] a [20].

Všeobecný popis

Obvody televizní tenisové hry vytvářejí na obrazovce televizoru nejjednodušší simulovanou variantu skutečné tenisové hry, tj. dvě raketky a míč. Míč může být podáván (servirován) podobně jako ve skutečné hře z levé nebo z pravé strany obrazovky. Po podání se míč začne pohybovat směrem k soupeřové raketce. Hráči mohou svými raketami pohybovat nahoru a dolů, případně doleva a doprava. Úkolem hráčů je zasáhnout letící míč raketou. Při dotyk u raketky s míčem se obrátí směr pohybu míče. To znamená: že se míč začne pohybovat směrem k soupeřové straně. Každý z hráčů má navíc možnost volby smyslu svislého pohybu míče po zásahu raketou, tj. zda se míč bude pohybovat po odrazu raketou směrem nahoru nebo dolů. Pokud některý z hráčů nezasáhne letící míč, zůstane míč na levé nebo pravé straně obrazovky, podle toho, který z hráčů jej nezasáhl (obr. 56).



Obr. 56. Pohybující se míč při levém nebo pravém okraji obrazovky

Pro zpestření hry je využit vrchní a spodní okraj obrazovky jako mantinel. To znamená, že letící míč se od nich odráží zpět do hráčového pole. Jak bylo již řečeno, nezasáhne-li některý z hráčů letící míč, zůstane míč při levém nebo levém okraji obrazovky. Vzhledem k tomu, že míč si bude stále zachovávat svislou složku pohybu, bude se stále střídavě odrážet od vrchního a spodního okraje obrazovky. Míč se tedy v našem případě bude pohybovat při levém nebo pravém okraji obrazovky střídavě nahoru a dolů až do

chvíle, kdy některý z hráčů opět začne hrát svým podáním (obnovit se tak vlastně vodorovná složka pohybu míče).

Výstupní obrazový signál TV tenisové hry moduluje pak vysokofrekvenční oscilátor, jehož výstup můžeme připojit k anténním zdírkám libovolného televizoru a sledovat tak průběh hry bez jakéhokoli zásahu do televizního přijímače.

Z uvedeného výkladu vyplývají základní požadavky na obvody TV tenisu. Obvody této hry musí obsahovat jednak generátor řádkových a snímkových synchronizačních impulsů, jednak takové obrazové generátory maket raket a míče, které umožňují pohyb uvedených maket na televizní obrazovce (pohyb raket je ovládán ručně, zatímco pohyb míče je automatický).

Vzhledem k tomu, že makety raket a míče jsou bílé obdélníčky na tmavém pozadí obrazovky, tj. rakety a míč mají úroveň bílé a pozadí je na úrovni černé barvy, není zapotřebí používat v obrazových generátoch analogové obvody, ale je možno s výhodou využít logických číslicových obvodů, které pracují s pravoúhlými impulsy.

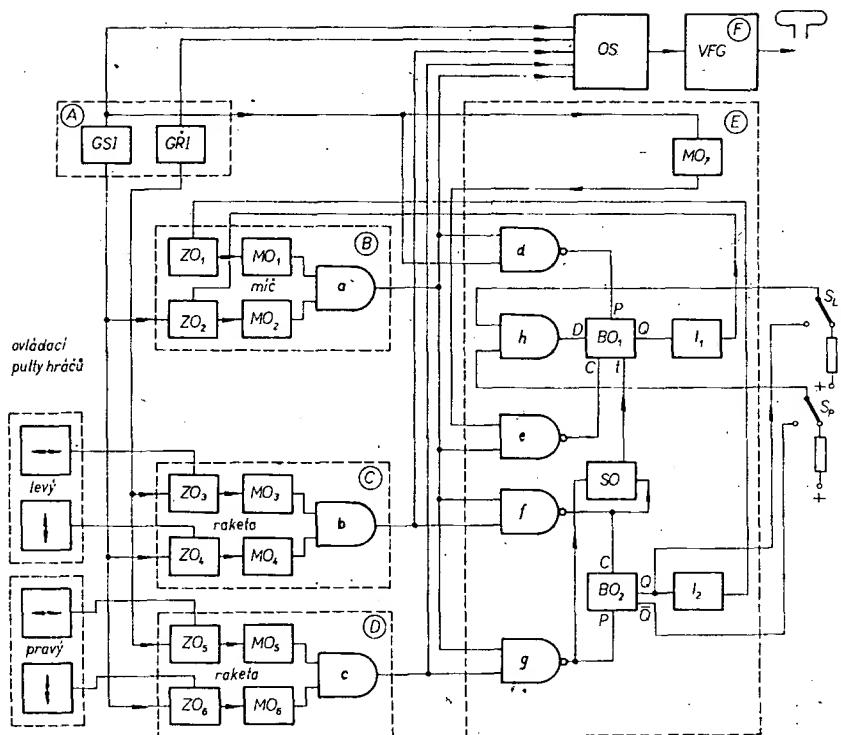
Jak je známo, do úplného televizního signálu patří mimo obrazové informace též synchronizační směs. Aby mohly být snadno sloučeny synchronizační impulsy s obrazovým signálem (a v televizním přijímači naopak snadno odděleny z úplného televizního signálu), jsou synchronizační impulsy záporéne a jejich napětí je zaručeně menší než je nutná úroveň pro nulový proud elektronového svazku v obrazovce (úroveň černé). Vlastní impulsní obrazové signály jsou kladné a mohou zaujmout takový obor napětí, která jsou, nad úrovni černé barvy až do napětí potřebného k dosažení maximálního jasu obrazovky (úroveň bílé).

Popis funkce

Funkci celého zařízení můžeme nejlépe sledovat na blokovém zapojení (obr. 57). Synchronizační impulsy ze snímkového a řádkového generátoru (GSI, GRI) jsou zde využity jako základ pro časový posuv obrazových signálů. Dále jsou synchronizační impulsy slučovány se všemi obrazovými signály v obrazovém směšovači. Celá tato směs je pak přivedena do modulu vysokofrekvenčního oscilátoru (VFG).

Všechny obrazové signály jsou generovány pomocí monostabilních klopových obvodů. Generátor MO_3 vodorovně složky rakety levého hráče je průběžně spouštěn řádkovými synchronizačními impulsy. Předvolitelné časové zpoždění spouštění generátoru způsobuje, že se generované impulsy objevují až za určitý čas po řádkovém synchronizačním impulsu. To má za následek, že raketa se objeví až v jisté vzdálenosti od levého konce obrazovky. Generátor MO_5 vodorovně složky rakety pravého hráče je spouštěn s větším časovým zpožděním, takže raketa se objeví v blízkosti pravé strany obrazovky. Vzhledem k tomu, že k spouštění dochází po každém řádkovém synchronizačním impulsu, byl by výsledkem bílý svíšlý pruh přes celou výšku obrazovky. Časové zpoždění může být v tomto případě ovládáno hráčem, tj. hráč mohou ovládat vodorovnou polohu rakety. Je také možné ovšem tuto polohu předem pevně nastavit a ovládat pouze svíšlou polohu rakety.

Podobně generátor svíšlých složek rakety (MO_4 u levého hráče, MO_6 u pravého hráče) jsou analogicky spouštěny s určitým časovým zpožděním vzhledem ke snímkovým synchronizačním impulsům. Časové zpoždění je



Obr. 57. Blokové zapojení televizní hry

plynule ovládáno hráčem. Tímto způsobem hráč ovládá svíšlou polohu rakety. Vzhledem k tomu, že ke spouštění dochází po každém snímkovém synchronizačním impulsu, byl by výsledkem bílý vodorovný pruh přes celou šířku obrazovky.

Svíšlá a vodorovná složka rakety levého hráče jsou přivedeny na vstupy AND hradla **b**. Na výstupu hradla se objeví impuls pouze v tom případě, kdy budou-li současně na jeho vstupech jak svíšlá, tak vodorovná složka. Výsledný impuls představuje na obrazovce maketu rakety ve tvaru bílého obdélníku.

Podobně bude na výstupu AND hradla **c** obrazový signál rakety pravého hráče.

Maketa míče je generována analogickým způsobem jako makety raket pomocí monostabilních obvodů MO_1 a MO_2 , a výsledný impuls je odebíráván z výstupu AND hradla **a**. Na rozdíl od raket, jejichž pohyb je ovládán hráčem, je pohyb míče automatický. Pokud se má míč na obrazovce pohybovat např. vodorovně zleva doprava, musí se časové zpoždění zpoždovacího obvodu ZO_1 zvětšovat během času a naopak, pohybující se míč zprava doleva, musí se časové zpoždění během času zmenšovat. Při svíšlém pohybu nahoru se musí časové zpoždění zpoždovacího obvodu ZO_3 během času zmenšovat a naopak při pohybu dolů zvětšovat. Výsledkem posuvu svíšlých a vodorovných složek obrazového signálu míče je simulovaný pohyb míče, tj. míč se po zásahu raketou pravého hráče začne pohybovat zprava doleva.

Zcela analogicky tomu bude, vyskytnou-li se výstupní signály z obrazových generátorů míče a raketky levého hráče (výstupy z hradel **a**, **b** současně na vstupech NAND hradla **f** (zásah míče raketou levého hráče). Potom se změní jeho výstupní úroveň z log. 1 na log. 0. Protože výstup hradla je připojen na vstup „nulování“ klopového obvodu BO_2 , změní se současně i stav tohoto obvodu. Znamená to tedy, že úroveň na výstupu Q obvodu BO_2 přejde z log. 1 na log. 0 a v důsledku toho, jak již bylo řečeno dříve, bude se míč pohybovat zleva doprava.

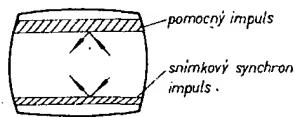
Generátor vodorovné složky obrazového signálu míče MO_1 je spouštěn zpožděnými řádkovými synchronizačními impulsy z výstupu zpoždovacího obvodu ZO_1 . Toto zpoždění (a tedy i vodorovná složka polohy míče na obrazovce) je ovládáno napětím pilovitého průběhu z výstupu integrátoru I_2 . Na vstup integrátoru je přiveden kladný nebo záporný napěťový skok z výstupu bistabilního klopového



Nebude-li zasažen míč raketou levého nebo pravého hráče, stav klopného obvodu BO_2 se nezmění a integrátor I_2 přejde do nasyceného stavu. To neznamená nic jiného, než že se míč přestane pohybovat ve vodorovném směru a bude se pohybovat střídavě nahoru a dolů při pravém nebo levém okraji obrazovky (podle toho, kterému z hráčů se nepodařilo zasáhnout raketou míč). Aby se míč dostal znovu do hry, je nutné zahrát podání a tak vlastně obnovit vodorovný pohyb míče.

Změna směru pohybu míče ve svislém směru se ovládá podobně jako změna pohybu ve vodorovném směru. Rozdílem je, že ke změně svislého směru dochází při dotyku míče s vrchním nebo spodním okrajem obrazovky.

Pro změnu směru pohybu míče při dotyku se spodním okrajem obrazovky se využívá té skutečnosti, že na konci každého snímku je vysílán snímkový synchronizační impuls, který vytváří při spodním konci obrazovky černý vodorovný pruh, od kterého se může míč odrážet (obr. 58).



Obr. 58. Odraz míče od vrchního a spodního okraje obrazovky

Víme, že od snímkového synchronizačního impulsu je odvozena svislá poloha míče, proto ke změně smyslu směru svislé složky pohybu míče je nutno využít vždy až následujícího synchronizačního impulsu. V tomto případě je přiveden snímkový synchronizační impuls na jeden vstup NAND hradla d a na druhý vstup je přiveden obrazový signál míče. Předpokládejme, že stav klopného obvodu BO_1 je takový, že na jeho výstupu Q je úroveň log. 0. Na výstupu integrátoru I_1 je pak napětí, které se časem zmenšuje. V důsledku toho se bude časové zpoždění obvodu ZO_2 zvětšovat a míč se bude pohybovat shora dolů. Míč se bude pohybovat tak dlouho tímto směrem, dokud se nedostane ke spodnímu okraji obrazovky. Pak nastane stav, při němž budou na vstupech hradla d současně snímkový synchronizační impuls a obrazový signál míče. To znamená, že výstupní úroveň hradla d přejde z log. 1 do log. 0. Vzhledem k tomu, že výstup hradla d je připojen na vstup „nastavení“ klopného obvodu BO_1 , přejde signál na jeho výstupu Q z úrovně log. 0 na úroveň log. 1. Výstupní napětí z integrátoru I_1 se začne zvětšovat a důsledkem bude, že časové zpoždění obvodu ZO_2 se bude zmenšovat. To znamená, že se změní smysl směru svislé složky pohybu a míč se začne pohybovat směrem nahoru.

Dosáhnout změny směru svislé složky při dotyku míče s horním okrajem obrazovky (tj. odrazu míče od vrchního okraje obrazovky) je poněkud obtížnější, protože míč při pohybu směrem nahoru nikdy nedosáhne takové polohy, při níž by se dotkl černého pruhu, který vytváří snímkový synchronizační impuls u vrchního okraje obrazovky. Na rozdíl od předcházejícího případu se zde jedná o snímkový synchronizační impuls, od něhož je přímo odvozena svislá poloha míče (v predešlém případě se jednalo vždy až o následující synchronizační impuls). To znamená, že pokud by se měl míč dotknout vodorovného černého pruhu, vytvořeného uvedeným synchronizačním impulsem u horního okraje obrazovky, bylo by nutné dosáhnout nulového časového zpoždění u zpoždovacího obvodu ZO_2 . Nulové zpoždění nelze u použitého typu zpoždovacího obvodu dosáhnout z principiálních důvodů (čím více se totiž zpoždění blíží k nule, tím více se zmenšuje úroveň

výstupního signálu, až je nakonec nulová a to ještě dříve, než nastane nulové časové zpoždění). Je proto nutné postupovat poněkud odlišným způsobem.

Pro změnu smyslu směru svislé složky pohybu u vrchního okraje obrazovky použijeme dotyk míče a pomocného pruhu, který je umístěn u vrchního okraje obrazovky. Výška pomocného pruhu je volena tak, aby byla bezpečně zaručena možnost odrazu míče, tj. aby míč se mohl dotknout uvedeného pruhu při minimálním časovém zpoždění, které je schopen zaručit použitý zpoždovací obvod (obr. 58). Pomocný pruh je generován monostabilním obvodem MO_1 , který je spouštěn snímkovými synchronizačními impulsy. Výstupní impuls z obvodu MO_1 je přiveden na jeden vstup NAND hradla e . Na druhý vstup hradla e je potom přiveden obrazový signál míče. Budou-li se uvedené signály vyskytovat na vstupech tohoto hradla současně (dotyk míče a pomocného pruhu), potom úroveň na jeho výstupu přejde z log. 1 do log. 0. Protože výstup hradla e je připojen na vstup „nulování“ bistabilního klopného obvodu BO_1 , změní se úroveň na jeho výstupu Q z log. 1 na log. 0 a výstupní napětí z integrátoru I_1 se tedy začne zmenšovat. To znamená, že se časové zpoždění obvodu ZO_2 bude zvětšovat a že se změní smysl svislé složky pohybu míče – míč se začne pohybovat shora dolů.

Dalším požadavkem na změnu svislého směru je, aby hráč při zásahu míče raketou měl možnost volby, zda se míč po zásahu bude pohybovat nahoru nebo dolů. Za tímto účelem jsou výstupy z hradel f a g přivedeny přes slučovací obvod SO na hodinový vstup klopného obvodu BO_1 . Při každém zásahu míče raketou pravého nebo levého hráče je tedy přiveden impuls z výstupu hradla f nebo, g na hodinový vstup obvodu BO_1 . Potom v závislosti na hráčem předvolitelné úrovni na vstupu D obvodu BO_1 bude se měnit (podle pravidlostní tabulky obvodu BO_1) smysl svislého pohybu míče po zásahu raketou. Pokud se míč pohybuje například shora dolů, bude mít výstup Q obvodu BO_1 úroveň log. 0. Jestliže hráč před zásahem raketou předvolí na vstupu D obvodu BO_1 úroveň log. 0, zůstane po zásahu (tj. po přivedení hodinového impulsu do obvodu BO_1) jeho stav nezměněn, tj. míč se po zásahu raketou bude pohybovat opět shora dolů. Po předvolbě na úroveň log. 1 se po zásahu stav obvodu BO_1 změní, tj. na jeho výstupu Q bude po zásahu úroveň log. 1 a míč se začne pohybovat zdola nahoru.

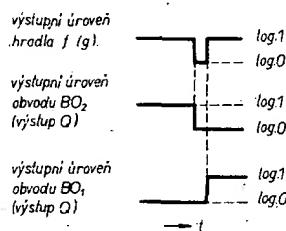
Podobně tomu bude, pohybuje-li se míč před zásahem zdola nahoru. Je-li předvolena na vstupu D úroveň log. 0, změní se po zásahu míče raketou úroveň výstupu Q z úrovně log. 1 na úroveň log. 0. To znamená, že míč po odrazu mění směr svislého pohybu a bude se pohybovat obráceň, tj. shora dolů. Pokud je v tomto případě předvolena na vstupu D úroveň log. 1, zůstane po zásahu míče raketou signál na výstupu Q obvodu BO_1 na úrovni log. 1, tj. míč po zásahu nebude měnit smysl svislého pohybu a bude se pohybovat opět zdola nahoru.

Při předvolbě úrovni na vstupu D obvodu BO_1 musíme dodržet důležitou podmíinku: každý z hráčů musí mít možnost nezávisle předvolby bez ohledu na to, jakou předvolbu zvolil protihráč. Proto je vstup D obvodu BO_1 připojen na výstup AND hradla h , na jehož vstupu jsou přivedeny přes tlačítka spinace S_1 a S_2 výstupy Q a \bar{Q} obvodu BO_2 . Tlačítka jsou umístěna na ovládacím pultu levého, popř. pravého hráče. Po zásahu míče raketou levého hráče změní se úroveň výstupu Q obvodu BO_2 z úrovně log. 1 na úroveň log. 0 a výstupu \bar{Q} z log. 0 na log. 1. Podobně při zásahu míče raketou pravého hráče změní se úroveň výstupu \bar{Q} tohoto obvodu z úrovně

log. 1 na úroveň log. 0 a výstupu Q z log. 0 na log. 1.

Vzhledem k tomu, že výstup \bar{Q} obvodu BO_2 je připojen přes tlačítka pravého hráče k jednomu vstupu hradla h a výstup Q přes tlačítka levého hráče na druhý vstup, může každý z hráčů stisknutím svého tlačítka zavést úroveň log. 0 na vstup D obvodu BO_1 , pouze při zásahu míče raketou. Pokud tlačítka není stisknuta, zavádí se na vstup D úroveň log. 1.

Zde s výhodou využíváme té skutečnosti, že hodinový vstup obvodu BO_1 je ovládán náběžnou hranou řídicího impulsu, zatímco vstupy „nastavení“ a „nulování“ obvodu BO_1 jsou ovládány sestupnou hranou impulsu. Vzhledem k tomu, že jsou výstupní impulsy z hradel f a g záporné, změní se při zásahu míče raketou nejprve stav obvodu BO_1 a teprve potom náběžná hrana impulsu na hodinovém vstupu obvodu BO_1 , může vyvolat změnu stavu obvodu BO_1 tak, jak je to znázorněno na obr. 59. Tímto způsobem je



Obr. 59. Časový průběh impulsů při předvolbě svislé složky pohybu míče

zaručeno, že v okamžiku, v němž jeden z hráčů zasáhne svou raketou míč, může protihráč svou předvolbou zavést na vstup hradla h vždy úroveň log. 1 a to bez ohledu na to, zda stiskl své tlačítko či nikoli. Protože z pravidlostní tabulky vyplývá, že výstup hradla AND má úroveň log. 1 pouze tehdy, mají-li také oba vstupy úroveň log. 1 (při všech ostatních variantách vstupních signálů je na výstupu úroveň log. 0), bude výstupní signál z hradla h vskutku závislý pouze na předvolbě hráče, který svou raketou právě zasáhl míč.

Zmínila jsme se již o tom, že hra je zahájena podáním jednoho z hráčů. Podávat může pouze ten hráč, na jehož straně se pohybuje míč střídavě nahoru a dolů. Aby realizace podání byla co nejjednodušší, jsou obvody vodorovného posuvu levé a pravé rakety nastaveny tak, aby hráči nemohli dosáhnout takové polohy raket, při níž by došlo k dotyku rakety pohybující se míčem u levé nebo pravé strany obrazovky. Chce-li například levý hráč zahrát podání, umístí svou raketu co nejvíce doleva. V tomto případě se bude míč pohybovat střídavě nahoru a dolů asi ve vzdálenosti 5 mm vlevo od rakety levého hráče. Stiskne-li levý hráč tlačítko „podání“, raketa se pouze krátkodobě posune směrem doleva a to bez ohledu na to, jak dlouho bude tlačítko stisknuto. Stiskne-li tlačítko právě ve chvíli, kdy je míč ve stejně výšce jako raketa, míč se dotkne rakety. Tím se změní stav klopného obvodu BO_1 a míč se začne pohybovat zleva doprava a je tak vlastně zahájena hra (hráč servíroval).

Podobným způsobem může uskutečnit podání pravý hráč. Rozdíl je pouze v tom, že v tomto případě je nutné umístit raketu zcela vpravo a stisknout tlačítko „podání“ dojdě opět ke krátkodobému posuvu raket, tenkrát ovšem vpravo.

Na první pohled je vidět, že v závislosti na svislé poloze raketu můžeme volit místo podání. Podobně můžeme předvolbou úrovně vstupu D obvodu BO volit, zda se míč bude po podání pohybovat směrem nahoru či dolů.

Popis zapojení

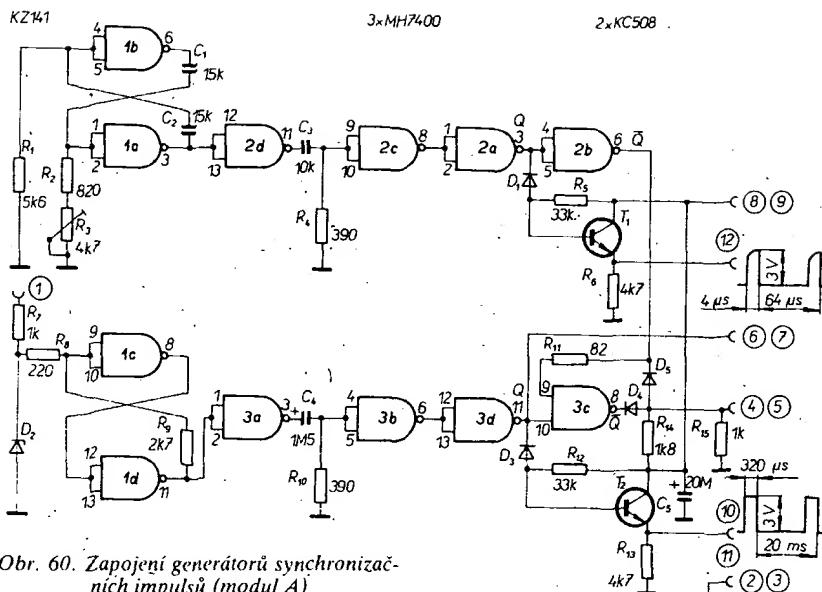
Jak vlastní zapojení, tak i celá konstrukce přístroje jsou rozděleny do šesti základních modulů (A až G). Modul A obsahuje generátory rádkových a snímkových synchronizačních impulů. Moduly C, D a B obsahují obrazové generátory raket levého hráče, raket pravého hráče a konečně obrazový generátor míče. Modul označený E obsahuje obvody k ovládání pohybu míče a tvorí tak vlastní program hry. Modul F obsahuje vysokofrekvenční generátor a modul G je napájecí zdroj.

Na obr. 60 je zapojení modulu A. Obvodem, který určuje kmitočet rádkových synchronizačních impulů, je astabilní multivibrátor s hradly 1a, 1b. Kmitočet se přesně nastavuje trimrem R_3 . Astabilní multivibrátor spouští monostabilní klopový obvod (hradla 2a až 2d), generující impulsy požadované délky. Délka tétoho impulsu je závislá na časové konstantě $\tau_1 = R_3 C_1$. Z výstupu Q klopového obvodu jsou kladné impulsy vyvedeny přes oddělovací tranzistor T_1 na konektor (kontakt 12).

U generátoru snímkových synchronizačních impulů je ke spouštění monostabilního klopového obvodu (hradla 3a až 3d) využito s výhodou střídavého napětí o kmitočtu 50 Hz, které je zároveň účelem přivedeno ze sekundárního vinutí síťového transformátoru do bodu 1. Po základním omezení Zenerovou diodou D_2 se napětí tvaruje Schmittovým klopovým obvodem (hradla 1c, 1d). Výstupním signálem Schmittova klopového obvodu je pak spouštění monostabilního obvodu. Délka výstupních impulů je v tomto případě závislá na časové konstantě $\tau_2 = R_{10} C_4$. Podobně jako v předcházejícím případě jsou kladné impulsy z výstupu Q monostabilního klopového obvodu přivedeny přes oddělovací tranzistor T_2 na konektor (kontakty 10 a 11).

Z výstupu \bar{Q} rádkového monostabilního obvodu jsou přivedeny záporné rádkové synchronizační impulsy na vstup 9 hradla 3c ve snímkovém monostabilním obvodu. V důsledku toho budou rádkové impulsy tvorit hluboké výseče do snímkových impulů a je tak jednoduše zajištěno, že rádkové synchronizační impulsy budou obsaženy v synchronizační směsi i v průběhu snímkového synchronizačního impulsu.

Dále jsou výstupy \bar{Q} jak rádkového, tak snímkového monostabilního klopového obvodu připojeny přes diodu D_4 a D_5 na odpory R_{14} a R_{15} . Jmenované součástky tvoří směšovač obrazových signálů a synchronizačních impulů. Úrovně černé barvy se dosáhne, budou-li mit výstupy \bar{Q} rádkového a snímkového klopového obvodu úrovně log. 1 a budou-li mit současně obrazové signály raket a míče, které jsou přivedeny na odpory R_{14} a R_{15} přes diody D_8 , D_{13} a D_{16} , úrovně log. 0. Potřebné předpěti pro směšovací diody D_4 , D_5 , D_8 , D_{13} a D_{16} je vytvořeno odpovídajícím děličem R_{14} , R_{15} a je přibližně 1,8 V. Synchronizační impulsy na výstupu směšovače se mohou tedy vyskytovat pouze pod úrovní, danou předpětím, tj. odpovídajícím děličem R_{14} , R_{15} . Na druhé straně je amplituda synchronizačních impulů omezena úrovní log. 0 + $U_D \approx 1$ V. Úrovně log. 0 zde vyjadřuje maximální amplitudu záporných synchronizačních impulů na výstupech \bar{Q} příslušných klopových



Obr. 60. Zapojení generátorů synchronizačních impulů (modul A)

obvodů a U_D vyjadřuje napěťový posuv této amplitudy na diodě D_4 , popř. D_5 . To znamená, že amplituda záporných synchronizačních impulů bude:

$$U_S = U_D - 1 \text{ V} \quad [\text{V}; \text{V}],$$

kde U_D je předpětí, určené odpory R_{14} , R_{15} .

Obrazové impulsy se budou vyskytovat na výstupu směšovače pouze nad úrovní U_D . Na druhé straně bude amplituda tétoho impulsu omezena úrovní

$$\log. 1 - U_D \approx 2,5 \text{ V};$$

úrovně log. 1 zde vyjadřuje maximální amplitudu kladných obrazových impulů na výstupech obrazových generátorů a U_D pak vyjadřuje posuv této úrovně na diodách D_8 , D_{13} , D_{16} . To znamená, že amplituda kladných obrazových impulů bude

$$U_a = 2,5 \text{ V} - U_D \quad [\text{V}; \text{V}].$$

Z výše uvedených vztahů vyplývá, že pro napětí U_D musí platit

$$1 \text{ V} < U_D < 2,5 \text{ V} \quad [\text{V}; \text{V}].$$

Změnou předpětí U_D v uvedeném intervalu je pak možno vhodně nastavit úrovně černé.

Z výstupu emitorových sledovačů T_1 a T_2 jsou přivedeny kladné synchronizační impulsy přes zpožďovací obvody k příslušným monostabilním klopovým obvodům, které ge-

nerují svislé a vodorovné složky obrazových signálů raket a míče.

Všechny zpožďovací obvody jsou stejně pokud jde o zapojení a liší se pouze hodnotami použitých součástek.

Cinost zpožďovacích obvodů si vysvětlíme na obvodu ZO3. Kolektorový proud tranzistoru T_{10} (obr. 61) je závislý na proudu báze, který je ve statickém stavu určen odporem R_{34} a napájecím napětím. Odporník R_{34} je volen tak, aby tranzistor T_{10} byl v nasyceném stavu. Na jeho kolektoru je tedy nulové napětí, nebo jinak řečeno, na kolektoru T_{10} je úrovně log. 0.

Na katodu diody D_{12} je přivedeno přes odporník R_{13} z potenciometru R_{76} kladné předpětí U_R (maximálně 2,5 V). Pokud je tranzistor T_1 právě uzavřen, je napětí na anodě D_{12} zmenšeno pouze o napětí U_{BE} přechodu báze-emitor tranzistoru T_{10} . Při náběžné hraně kladného snímkového synchronizačního impulsu přechází tranzistor T_1 do vodičového stavu a s ním také dioda D_{12} .

Pokud bude dioda D_{12} ve vodičovém stavu, bude v bodě A (na katodě D_{12}) napětí

$$U_A = U_{BB} - U_{BE(T_1)} - U_{D12} = 3,6 \text{ V}.$$

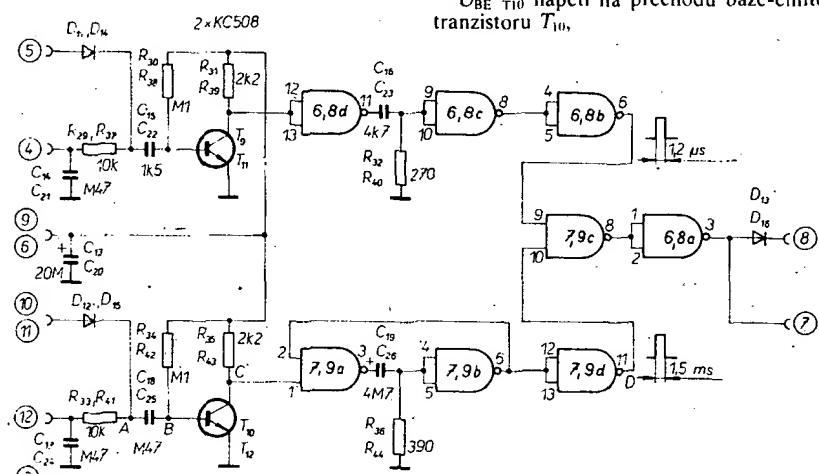
a v bodě B (na bázi tranzistoru T_{10}) bude napětí

$$U_{BB} = U_{BE(T_{10})} \approx 0,6 \text{ V}.$$

kde U_{BB} je napájecí napětí ($U_{BB} = 5 \text{ V}$).

$U_{BE(T_1)}$ napětí na přechodu báze-emitor tranzistoru T_1 .

$U_{BE(T_{10})}$ napětí na přechodu báze-emitor tranzistoru T_{10} ,



Obr. 61. Zapojení generátoru raket (modul C a D)

U_{D12} napětí na přechodu anoda-katoda diody D_{12} (ve vodivém stavu).

Na kondenzátoru C_{18} je potom napětí

$$U_{\text{CIS}} = U_A - U_B \doteq 3 \text{ V.}$$

Při sedupné hraně snímkového synchronizačního impulu přejde tranzistor T_1 a s ním i dioda D_{12} do nevodivého stavu. Napětí v bodě A bude mít nyní původní velikost U_R , určenou nastavením potenciometru \mathcal{R}_{16} . To znamená, že při uzavření diody D_{12} se v bodě A zmenšílo napětí o $U_A - U_R$. Vzhledem k tomu, že kondenzátor C_{18} je stále nabít na $U_{C18} \doteq 3$ V, bude o toto napětí v bodě B napětí menší než v bodě A. Pro napětí v bodě B bude tedy nyní platit:

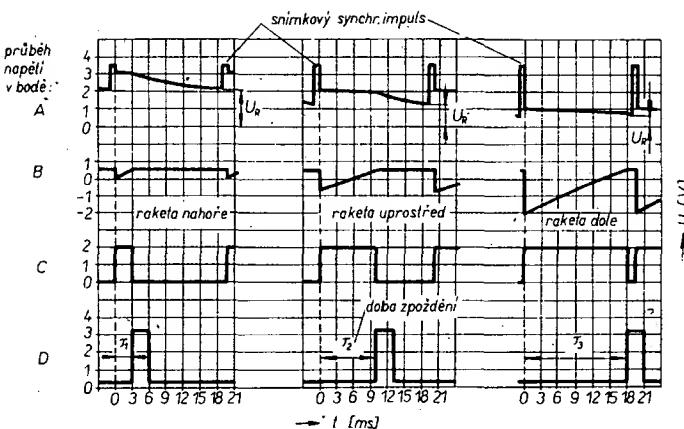
$$U_B = U_A - 3 \text{ V} = U_B - 3 \text{ V} \quad [V; V].$$

Jak bylo již řečeno, regulační napětí U_R může být maximálně 2,5 V. To znamená, že v tomto případě bude napětí U_B v bodě B záporné. V důsledku toho bude tranzistor T_{10} v nevodivém stavu. Kondenzátor C_{18} se nyní začne nabíjet přes odpor R_{34} . Napětí v bodě B se začne zvětšovat směrem ke kladným hodnotám tak dlouho, až dosáhne asi +0,7 V. Tranzistor T_{10} přejde do vodivého stavu a napětí na jeho kolektoru se zmenší k nule. Záporný napěťový skok na kolektoru tranzistoru T_{10} pak překlopí monostabilní klopový obvod MO₄ (hradla 7a, 7b, 7d), na jehož výstupu se objeví kladný impuls žádané délky, ale posunut v čase výchozího snímkového impulsu o dobu, po níž se nabíjí kondenzátor C_{18} ze záporného napětí $U_R - 3$ V na kladné napětí asi 0,7 V. Na první pohled je tedy vidět, že zpoždění bude záviset na času potřebném k nabíjení kondenzátoru C_{18} na takovou úroveň, při níž se T_{10} otevře. Čím více bude nabít kondenzátor C_{18} směrem k zápornému napětí, tím déle bude trvat jeho nabíjení na +0,7 V a tím větší bude také časový posuv výstupního impulsu proti výchozímu snímkovému impulsu. Náboj kondenzátoru C_{18} bude „nejzápornější“, pokud $U_R = 0$. V tomto případě bude $U_B = -3$ V a časové zpoždění bude maximální. Bude-li $U_R = 2,5$ V, potom bude $U_B = -0,5$ V a časové zpoždění bude minimální. Na obr. 62 jsou znázorněny průběhy napětí v důležitých bodech zpoždovacího obvodu v závislosti na velikosti regulačního napětí U_R .

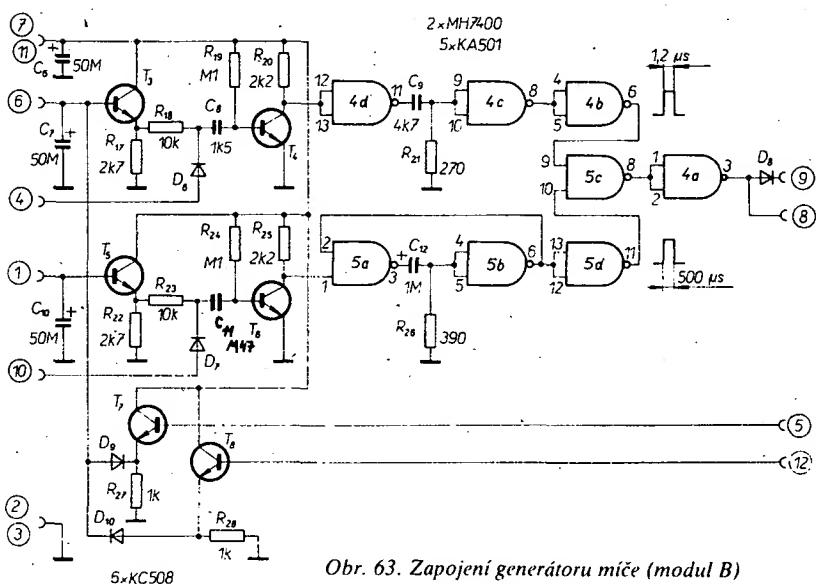
Výše popsaným způsobem, tj. změnou napětí na katodě diody D_{12} , je dosaženo změny časového zpoždění. Jak již bylo řečeno, funkce všech zpoždovacích obvodů je stejná, pouze hodnoty použitých součástek jsou odlišné. Zásadní rozdíl je pouze ve způsobu změny regulačního napětí U_R . V případě raket se U_R mění ručně (potenciometrem), v případě mísce musí být změna napětí U_R automatická.

Vodorovná súložka pohybu miče je ovládaná bistabilním klopňovým obvodem BO₂ (11b na obr. 64), na jehož výstupu Q je zapojen integrátor I₁. Integrátor I₁ je tvorený kondenzátorom C₇ (obr. 63), potenciometrom R₁₆ a odporem R₆₉ (obr. 68). Má-li obvod 11b na svém výstupu Q úroveň log. 1, bude se kondenzátor C₇ nabíjet pries odpor R₁₆ a R₆₉ smärem k úrovni log. 1. To znamená, že i na emitoru oddľačovacieho tranzistoru T₃ se bude napäť spojiteľ zvětšovať. Vzhledem k tomu, že se toto napäť pribírá pries odpor R₁₈ na katodu diody D₆, bude se zpoždení zmenšovať spojiteľ a mič se bude pohybovať zprava doleva.

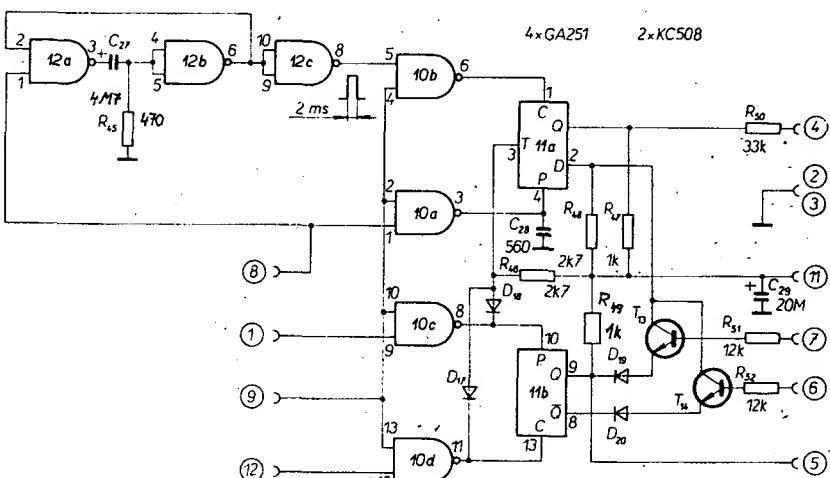
Bude-li naproti tomu výstup. Q obvodu **11b** na úrovni log. 0, potom se C_7 bude vybit přes odpory R_{16} a R_{69} , napětí na emitoru T_3 se bude spojitě zmenšovat a zpoždění se bude zvětšovat, tj. měl se bude pohybovat zleva doprava. Rychlosť nabíjení



Obr. 62. Průběhy napětí v důležitých bodech zpožďovacího obvodu



Obr. 63. Zapojení generátoru míče (modul B)



Obr. 64. Zapojení obvodu ovládajícího pohyb míče (modul E)

kondenzátoru C_7 určuje vodorovnou složku rychlosti pohybu míče a může být ovládána nastavením potenciometru R_{16} , který je umístěn na předním panelu přístroje.

Svislý pohyb míce je ovládán analogicky bistabilním klopným obvodem **11a**, integračním členem R_{50} (obr. 64) a kondenzátorem C_{10} (obr. 63). Jistou zvláštností je pouze použití kondenzátoru C_{24} , který zajíšťuje, že se po zapnutí přístroje bude míč vždy pohybovat zdola nahoru. Nebo jinými slovy: po zapnutí přístroje bude vždy obvod **11a** ve stavu, při němž bude na jeho výstupu Q úroven log. 1. Pokud bvhom kondenzátor C_{24}

nepoužili, mohlo by po zapnutí přístroje dojít k takovému stavu, při němž by míč zůstal u vrchního nebo spodního okraje obrazovky, aniž by se odrazil zpět do hracího pole a hra by nemohla být vůbec zahájena.

Na tomto místě je nutné poznamenat, že hradla AND, znázorněná v blokovém zapojení na obr. 57, jsou ve skutečném zapojení nahrazena běžnými hradly NAND. Tato

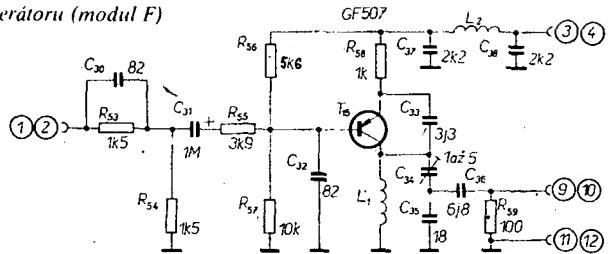
záměna je zdůvodněna na jiném místě. Skutečné zapojení je uvedeno na obr. 63. V obrazovém generátoru může jsou monostabilní, klopné obvody MO_1 a MO_2 realizovány pomocí hradel 4d, 4c, popř. 5a, 5b. Z výstupu těchto monostabilních obvodů (výstupy hradel 4c a 5b) je signál přiveden na vstup hradla NOR, realizovaného hradly NAND 4b, 4a, 5d, 5c.

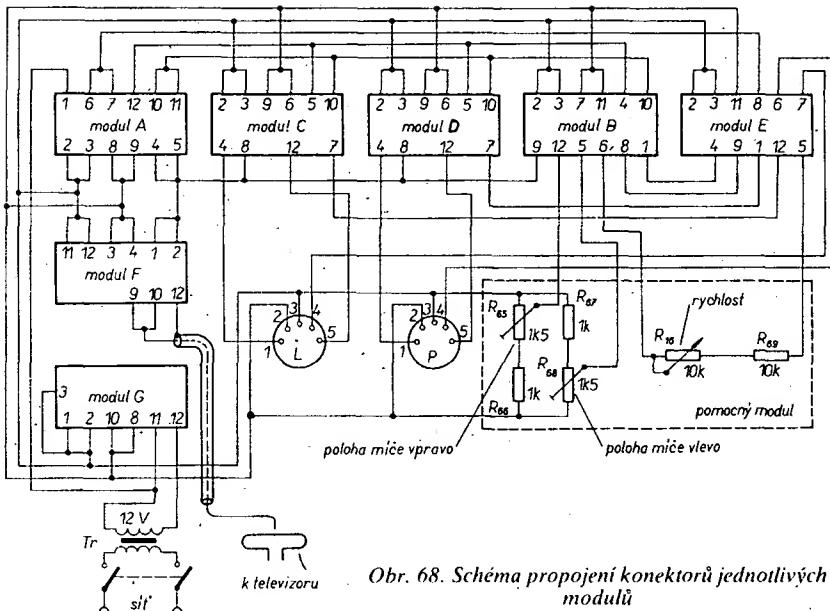
Na desce s plošnými spoji modulu E je také zapojen obvod, umožňující předvolbu smyslu směru svislé složky pohybu může po zásahu raketou. Slučovací obvod SO je zde realizován diodami D_{17} a D_{18} (na první pohled je vidět, že uvedený slučovací obvod splňuje logickou funkci AND). Hradlo AND h je realizováno diodami D_{19} , D_{20} a odporem R_{34} . Tranzistory T_{13} a T_{14} zde plní pouze pomocnou funkci. Na jejich místě je totiž možno zapojit již přímo spínače, umožňující vlastní předvolbu. Tranzistory T_{13} a T_{14} pouze umožňují ušetřit jeden z vodičů, přiváděných z vlastního přístroje do ovládacích pultů jednotlivých hráčů. Ušetření jednoho vodiče pak na druhé straně umožňuje použít na výstupu vlastního přístroje běžné nízkofrekvenční pětilokikové konektory. Stiskněli některý z hráčů své tlačítka, přivede se kladné napětí k bázi tranzistoru T_{13} nebo T_{14} a lze tedy zavést úroveň log. 0 z výstupu Q nebo Q obvodu 11b do vstupu D obvodu 11a.

Jak již bylo dříve řečeno, k odrazu může od vrchního okraje obrazovky se používá odraz může od pomocného pruhu, který je generován monostabilním klopným obvodem MO_7 . Vlastní klopný obvod je ve skutečnosti realizován hradly 12a, 12b. K zajištění správné funkce klopného obvodu a dalších obvodů připojených jeho výstupu slouží hradlo 12c ve funkci invertoru. Zde je také nutno upozornit, že hradla označená na blokovém zapojení jako a, b, c, d jsou na obr. 64 označena jako 10a, 10b, 10c, 10d.

Dále je ještě vhodné vysvětlit funkci obvodů, které určují vzdálenost může, který není právě ve hře, od levého nebo pravého okraje obrazovky. Víme již, že může, není-li ve hře (tj. po zapnutí přístroje nebo nezasáhl-li jej některý z hráčů svou raketou), bude se pohybovat při levém nebo pravém okraji obrazovky. Kdybychom neměli v tomto případě v modulu B obrazového generátoru může žádný obvod, který by vymezoval vodorovnou složku pohybu může, potom by může vůbec nebyl na obrazovce vidět. Byl by totiž buď úplně vlevo nebo úplně vpravo, ale vždy mimo viditelnou část plochy obrazovky. Je proto nutné nějakým způsobem zaručit, aby výstup z integrátoru I_2 nebyl nikdy v nasyceném stavu. Za tímto účelem jsou v modulu B zapojeny obvody s tranzistory T_8 a T_7 . Nastavitelným předpětím báze T_8 můžeme omezit maximální výstupní napětí z integrátoru I_2 na vhodnou velikost. Tímto způsobem omezíme také minimální velikost zpoždění obvodu ZO_1 a tím i také vodorovnou vzdálenost může od levého okraje obrazovky v uvažovaném případě, tj. pokud není může ve hře. Potřebnou velikost předpěti nastavujeme potenciometrem R_{68} , který je umístěn na panelu přístroje. Podobně nastavitelným předpětím na bázi tranzistoru T_8 omezíme vhodně minimální velikost výstupního napětí z integrátoru I_2 . Omezíme tak maximální zpoždění obvodu ZO_1 na velikost, která je potřebná k tomu, aby může v uvažovaném případě zůstal v jisté vzdálenosti od pravého okraje obrazovky. Tuto vzdálenost nastavíme trimrem R_{65} , který je rovněž jako R_{68} umístěn na předním panelu přístroje. Vhodná velikost může od levého nebo pravého

Obr. 65. Zapojení výstupu generátoru (modul F)





Obr. 68. Schéma propojení konektorů jednotlivých modulů

obvod MAA723 může dodávat proud až 150 mA). Vzhledem ke konцепci celého zapojení elektronické hry (umožňující její doplňování nebo další rozšíření) jsme však úmyslně napájecí zdroj předimenzovali.

Zapojení stabilizátoru je zcela běžné, uvádí se jako součást katalogových údajů integrovaného obvodu MAA723. Za zmíinku stojí pouze praktické provedení obvodu zpětné vazby. Zpětná vazba se u tohoto stabilizátoru zavádí z výstupu do invertujícího vstupu zesilovače regulační odchylky (vývod 2 obvodu MAA723). Když bychom propojili tyto dva body přímo na destičce modulu napájecího zdroje, bude napětí za konektorem (do něhož je modul zasunut) kolisat v závislosti na přechodovém odporu konektoru a na změnách v odběru proudu. Přivedeme-li však zpětnou vazbu do integrovaného obvodu z druhé strany konektoru zvláštním kontaktem (který nebude proudově zatížen – tzv. potenciálová svorka), bude se stabilizátor snažit udržet napájecí napětí na konstantní velikosti tam, kde se výkonová a potenciálová svorka stýkají, tedy na propojovacím napájecím vedení.

Propojení jednotlivých modulů, popř. jejich konektorů je patrné z obr. 68. Pětikolikové konektory značené jako P a L jsou určeny k připojení ovládacího pultu levého a pravého hráče.

Konečně na obr. 69 je zapojení hracích pultů jednotlivých hráčů. Potenciometr R_{71} je určen k ovládání vodorovné polohy levé rakety. Odpory R_{71} , R_{72} a trimr R_{70} slouží k vymezení rozsahu tohoto pohybu. Kondenzátor C_{43} a odporník R_{74} umožňují zahájit hru. Stiskneme-li totiž spinaci tlačítko S_1 , začne se nabíjet kondenzátor C_{43} . V důsledku toho se krátkodobě zvětší napětí na běžci potenciometru R_{71} . To znamená, že se krátkodobě zmenší časové zpoždění obvodu ZO₃ a raketa levého hráče se krátkodobě posune směrem doleva. Pokud se raketa při tomto posuvu dotkne míče, který se pohybuje střídavě nahoru a dolů při levé straně obrazovky, začne se míč pohybovat směrem doprava a hra je tak zahájena levým hráčem.

Podobnou funkci mají součástky C_{44} a R_{81} pro ovládání pravé rakety. Pouze při stisknutí spinacího tlačítka S_3 je funkce poněkud odlišná. Napětí na běžci potenciometru R_{79} se po stisknutí S_3 na rozdíl od předešlého případu krátkodobě zmenší, což má za následek zvětšení zpoždění obvodu ZO₃. V důsledku toho se raketa pravého hráče krátkodobě posune doprava a pokud přitom dojde k dotykmu rakety s míčem, začne se míč

zahájovat spolehlivostí atd. Proti témuž námítkám stavíme jako hlavní důvod, proč jsme se rozhodli k modulové koncepci, fakt, že v této podobě poskytuje elektronická hra široké pole k uplatnění čtenářových konstruktérských schopností při dalším zdokonalování hry, které může být opravdu účelné. (O některých možnostech rozšíření se v závěru popisu ještě zmíníme). Kromě toho u modulovaného systému probíhá stavba po jednoduchých čátech, což zmenšuje pravděpodobnost chyb (lepší přehlednost). Výhodou je rovněž snadná možnost oživovat jednotlivé díly postupně a na konstrukci může případně spolupracovat několik osob (možnost zkoušet destičky z jednoho přístroje ve druhém při zjišťování příčiny závad bez měřicích přístrojů). Všechny tyto výhody přinášou všech obvodů elektronické hry na jednu desku s plošnými spoji ztrácejí.

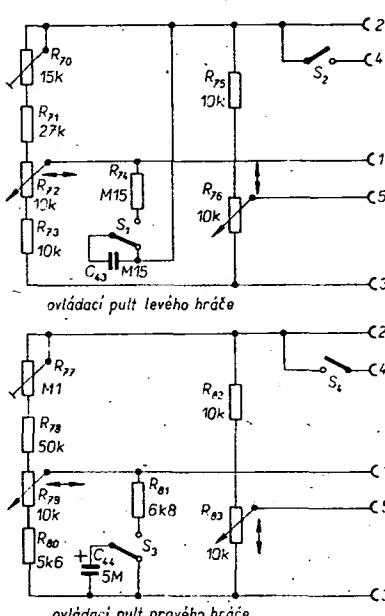
Před zahájením stavby jednotlivých modulů si opatříme vhodný síťový transformátor, neboť jej budeme potřebovat hned zpočátku při zkoušení a seřizování modulu napájecího zdroje. Vhodný transformátor je takový, který při zátěži asi 0,3 A (abychom z něj mohli napájet i případně další doplňky) poskytuje napětí minimálně 10 V, avšak ne více než 12 V (aby se zbytečně neohříval výkonový tranzistor ve zdroji).

Spodní hranice sekundárního napětí transformátoru je dána použitím obvodu MAA 723H, který začíná uspokojivě pracovat až při napájecím napětí 9,5 V; určitou rezervu si necháváme pro případné zmenšení napětí v síti.

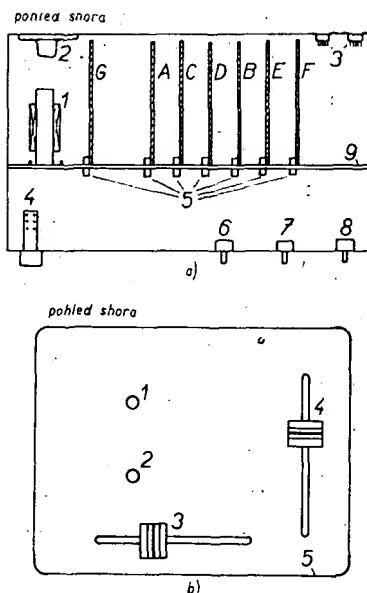
V dalším textu budeme popisovat stavbu elektronické hry tak, aby ji mohli stavět i ti zájemci, kteří disponují jen minimálním vybavením. Vycházíme z toho, že ne všichni mají k dispozici dobrý osciloskop, zato však téměř v každé domácnosti je televizor – nakonec k němu se právě elektronická hra staví. Budeme se tedy snažit při stavbě (a také při seřizování) vystačit (kromě běžného voltmetu) pouze se samotným televizorem.

Z popisu použitých obvodů již víme, že se celé zapojení skládá ze sedmi modulů, z nichž dva (moduly raket) jsou zcela shodné. Při stavbě budeme postupně osazovat a ožívat jednotlivé moduly tak aby vždy předcházející umožňovaly funkci a kontrolu dalších. Proto nejdříve postavíme a seřídíme modul napájecího zdroje, neboť bez něho by ostatní moduly nemohly pracovat. Jako druhý postavíme modul vysokofrekvenčního dílu, abychom mohli funkci dalších obvodů sledovat na televizoru. Třetí v pořadí bude modul rozkládacích generátorů (generátorů synchronizačních impulsů), neboť tento modul podmiňuje funkci všech dalších modulů a kromě toho jsou na něm umístěny obvody, nastavující modulační směs impulsů na správnou úroveň. Potom si postavíme modul míče a moduly obou raket, které už při zkoušení oživí obrazovku prvními ovládáními obrazci. Nakonec postavíme modul pro ovládání pohybu míče a po jeho seřízení už můžeme hrát.

Při stavbě podobných zařízení se většinou postupuje tak, že se postaví a uvede do činnosti elektrická část zařízení a nakonec se zhotoví mechanická část (skřínka), do níž se obvody umístí. Velmi často to však dopadá tak, že třeba kvalitní zesilovač je „dočasné“ v krabici od bot, že které „skrz díry“, propichnuty tužkou, smutně vyčívají holé hřídele potenciometrů. Abychom takovým koncům předešli a zároveň si ušetřili práci při oživování (možná i peníze za součástky zbytečně zničené náhodnými zkraty v nepřehlednému chumlu drátů), připravíme si nejdříve mechanickou část přístroje, to je



Obr. 69. Zapojení ovládacích pultů



Obr. 70. Mechanické provedení: a) vlastní přístroj (1 - transf., 2 - repro., 3 - nf konektory, 4 - spinač, 5 - moduly, 6, 7, 8 - potenciometry), b) ovládací pult (tačítka 1 - podání, 2 - předvolby; 3, 4 - tahové potenciometry).

skříňku (pokud možno kovovou) s konektory.

Detailní zpracování a estetické ztvárnění skříňek poricháme na možnostech a šikovnosti čtenářů, uvádime pouze zjednodušený náčrtek příkladu možného uspořádání (obr. 70). Inspiraci lze čerpat z fotografií, uvedených na obálkách časopisu. Po zhotovení mechanických dílů upevníme do smontované skříňky nožové konektory, které si hned můžeme propojit tak, jak je to nakresleno na obr. 68. Zároveň podle stejného schématu zapojíme konektory pro připojení ovládacích skřínek. Nakonec do skříňky vestavíme síťový transformátor se spínačem a a signální žárovku nebo doutnavku.

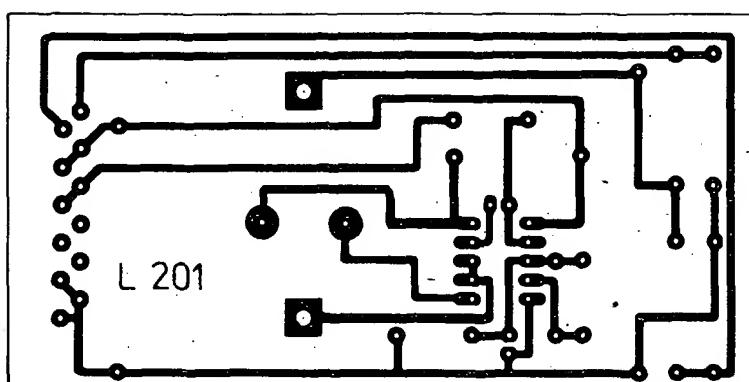
Stavba a seřízení modulu napájení (G)

Do příslušné destičky s plošnými spoji zapojíme podle obr. 71 všechny součástky kromě odporu R_{61} . Takto připravenou destičku zasuneme do příslušného konektoru. Na výstupní svorky zdroje připojíme odpor 47Ω pro zatištění alespoň 0,5 W a paralelně k němu volmetr. Připojíme napájecí napětí a výběrem vhodné velikosti R_{61} nastavíme na výstupu přesně 5 V (odpor R_{61} může být v meziích $10 \text{ k}\Omega$ až $68 \text{ k}\Omega$). Tím je ozivení a seřízení napájecího modulu skončeno. Kdo chce, může si ještě překontrolovat činnost elektronické pojistky změřením zkratového proudu (nejjjednodušší tak, že se paralelně k výstupu připojí ampérmetr, nastavený na rozsah 1 A).

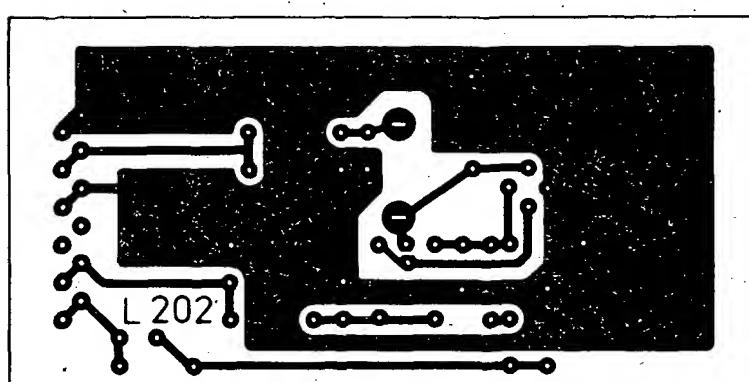
Nakonec ještě poznámky pro ty, kteří mají k dispozici síťový transformátor s vinutím pro dvoucestné usměrnění – v takovém případě ušetříme v napájení dvě diody (neosazujeme pozice D_1 a D_2).

Stavba a seřízení v modulu (F)

Stejně jako stavba a nastavení modulu napájení něčiní potíže ani stavba vý řílu (totéž platí i o jeho seřizování). Civku L₁ navineme na trnu o Ø asi 6 mm, po navinutí roztažíme rovnomeně závity tak, aby rozteč vývodů byla asi 12 mm, konce drátů zkrátíme tak, aby přečnývaly přes vnější



Obr. 71. Deska s plošnými spoji a rozložení součástek napájecího zdroje (J. 2011)



Obs. 72. Deska s plošnou spojou a rozloženou součástkou uč. komunity (4. 2021)

• průměr cívky asi o 6 mm. Potom je v dlece přibližně 4 mm zbavíme lakové izolace a cívku zapojíme do destičky tak, aby mezi ní a destičkou zůstala mezera přibližně 2 až 3 mm. Stejně nenáročně je zhotovení tlumivky L_2 v přívodu napájecího napětí, kterou získáme navinutím 15 závitů lakovaného drátu o průměru 0,15 až 0,25 mm na miniaturní odpór TR 112, 100 k Ω (nebo více). Po

zapájení všech součástek do destičky s jinými spoji (obr. 72) zasuneme v modul příslušného konektoru a zapneme napájecího zdroje. Kdo má k dispozici absorpční vlnoměr, může pomocí jeho pomoci ověřit, zda oscilátor v modulu kmitá a zároveň může překoušet přeladitelnost (změnou nastavení kondenzátoru C_{11}). Oscilátor lze převážat i do blízkosti v rozsahu od 170 MHz.

230 MHz. Pro přenos použijeme takový kmitočet (televizní kanál), na němž se v okolí žádny televizní program nepřijímá. Nezapomeňme též, že je také třeba, aby pro omezení vyzářování byla skříňka přístroje kovová. Patřičnou pozornost věnujeme rovněž připojení k televiznímu přijímači. Velmi vhodná je pro tento účel tzv. účastnická šňůra, kterou si však musíme poněkud upravit. Z jejího konce sejmeme konektor, kterým se připojuje do krabice rozvodu televizního signálu a nahradíme ho jiným vhodným vf kabelovým konektorem (např. konektor BNC), k němuž máme panelovou zásuvku. Neseženete-li vhodný konektor, lze případně účastnickou šňůru spojit s přístrojem napevno přímým připojením na příslušné nože konektoru vf modulu. K otáčce volby kmitočtu pro přenos signálu hry ještě uvádíme: z obecného hlediska je vhodný kmitočet kolem 200 MHz (v oblasti kmitočtu III. televizního pásmu), protože druhá harmonická leží potom mezi třetím a čtvrtým a pátým televizním pásmem. Musíme však brát na zřetel, že v některých oblastech na těchto kmitočtech pracují výkryvací vysílače a že např. v Praze se u televizních rozvodů u společných televizních anten často převádí signál druhého programu na 9. kanál.

Při seřizování bez přístrojů (tj. bez absorpčního vlnoměru nebo jiného vhodného měříce kmitočtu) zbývá jediná možnost – samotný televizní přijímač. Po připojení televizoru k přístroji a jeho nastavení na zvolený kanál se snažíme naladit oscilátor vf modulu na odpovídající kmitočet (proladováním trimru C_{34}). Naladění poznáme podle toho, že se prudce změní, popřípadě úplně zmizí šum v obrazu. Je-li ovládací potenciometr jas nastaven tak, jak bývá obvyklé při sledování běžného televizního programu, pak se jas obrazovky změní. A to je zatím všechno, co můžeme s tímto modulem udělat a je tedy vhodné přejít k oživení dalšího modulu.

Modul generátoru synchronizačních impulsů (A)

Vyvrtáme díry do destičky s plošnými spoji a podle obr. 73 do ní zapojíme všechny součástky. Jediný prvek, který budeme muset nastavovat (odpor v generátoru rádkových synchronizačních impulsů), je volen jako měnitelný, parametry ostatních součástek nejsou kritické.

Předpokládejme, že modul napájení a modul vf generátoru (vysílače) jsou již oživeny a jsou zasunuty v příslušných konektorech. Nyní tedy zasuneme na patřičné místo i modul generátoru synchronizačních impulsů a na výstup vf modulu připojíme televizní přijímač. Na jeho obrazovce (přidáme-li jas, aby byla tmavé šedá) se pravděpodobně objeví nestabilní tmavé pruhy. Jestliže černý pruh stojí přibližně v jedné čtvrtině výšky obrazu od spodního okraje, znamená to, že nepracuje rádkový generátor, pravděpodobně vzhledem k nesprávné poloze běžce trimru R_3 . Otáčením běžcem trimru R_{34} se snažíme dosáhnout stabilního stavu, při němž je celá plocha obrazovky šedá. Pokud dosáhneme takového stavu, že se přes obrazovku ve svislém směru pohybují vodorovné pruhy, doloďme nejprve oscilátor vstupního dílu televizoru tak, aby tyto pruhy byly černé, potom doloďme kmitočet snímkovaného rozkladu televizoru tak, aby se černý pruh zastavil na horním okraji obrazu. Šířka pruhu je závislá na velikosti obrazovky televizoru, při použití televizního přijímače s úhlopříčkou 59 cm bude čára tlustá asi 1 cm. Při „proladování“ R_3 musíme mít možnost obraz „roztrhat“ do šíkmých pruhů na obě strany od stabilního stavu. Ve stabilním stavu jsou snímkový i rádkový generátor televizoru synchronizován impulsu z modulu generátoru synchronizačních impulsů.

Dále lze kontrolovat činnost synchronizačních generátorů pouze televizorem. Krátký vodič (asi 20 cm) si jedním koncem

připojíme na body 1 a 2 vf modulu, na druhý konec připojíme katodou diodu KA206. Druhým koncem diody (anodou) se nyní budeme jako sondou dotýkat některých bodů na desce s plošnými spoji generátoru synchronizačních impulsů, přičemž budeme sledovat, co se děje na televizní obrazovce.

Připojíme-li zkušební sondu (anodu diody) na kladný pól kondenzátoru C_1 , měla by být horní polovina obrazovky bílá, spodní polovina černá, přičemž u spodního okraje by černá barva měla přecházet do šedivé.

Připojíme-li sondu na odpovídající pól kondenzátoru C_3 (na výstup 11 hradla 2), měla by být světle šedá zhruba levá třetina obrazovky, pravé dvě třetiny by měly být zcela černé.

Máme-li k dispozici dobrý osciloskop s vyhovujícími parametry (dostatečný kmitočtový rozsah vertikálního zesilovače, cejchování a spoušťená časová základna), můžeme prověřit průběhy snímkových i rádkových synchronizačních impulsů.

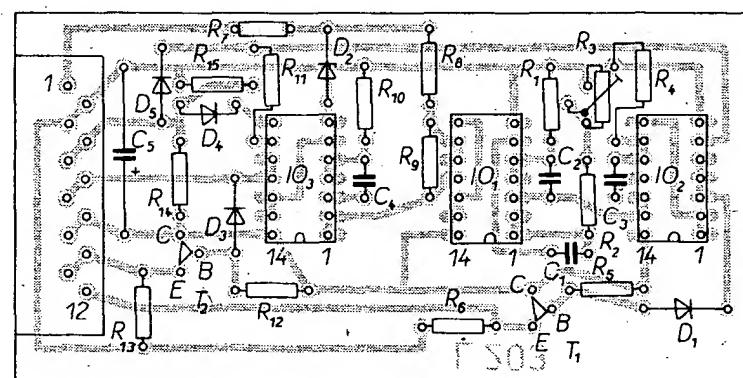
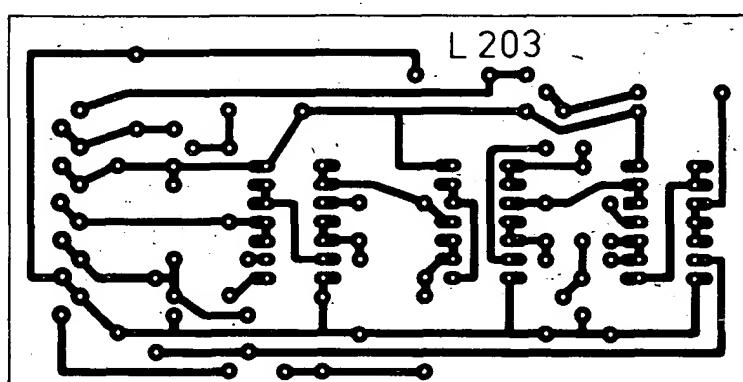
Doba, která uplyne od jedné náhodné hrany snímkového synchronizačního impulsu ke druhé (20 ms), je závislá na kmitočtu sítového napětí. Šířka impulsu (350 µs) je určena kapacitou kondenzátoru C_4 a odporem R_{10} ; šířku impulsu měníme jejich změnou, přičemž odchyly až $\pm 20\%$ nejsou na závadu. Obdobně postupujeme při nastavování šířky rádkového synchronizačního impulsu (závisí na C_3 a R_3). Při seřizování rádkového generátoru můžeme též využít (při nastavování kmitočtu) čítače.

Proměříme-li modul generátorů synchronizačních impulsů osciloskopem, nepotřebujeme k této kontrole ostatní moduly, stačí pouze vhodný stabilizovaný napájecí zdroj, přičemž dbáme na to, abychom modul seřizovali při stejném napájecím napětí, jaké bude dodávat stabilizátor modulu napájení.

Pracuje-li modul generátorů synchronizačních impulsů podle popsaných požadavků, zasuneme jej do příslušného konektoru a přistoupíme k seřizování dalších dílů přístroje.

Obrazový generátor míče (B)

Při stavbě a seřizování předchozích modulů jsme již získali takové zkušenosti a přehled o zapojení, že jistě nebude oživení tohoto modulu činit zvláštní potíže. Ke stavbě použijeme příslušnou destičku s plošnými spoji, kterou osadíme součástkami podle obr. 74. Do destičky však nezapojíme odpory R_{19} a R_{24} , které si zatím nahradíme odporovými trimry (např. typu TP 111) 150 kΩ. Abychom při manipulaci s trimrem neznicili tranzistory, jejichž báze jsou přes ně napájeny (při zkratované odporové dráze trimru), zapojíme ještě do série s trimry odpory asi 1 až 10 kΩ. Běžce trimrů nastavíme do takové polohy, aby do okruhu byly zapojeny asi 2/3 jejich odporové dráhy. Dále budeme potřebovat dva potenciometry 1 až 5 kΩ (můžeme zatím použít R_{45} a R_{68} z pomocného panelu – viz dále), jejichž krajní vývody zapojíme mezi zemnicí svorku zdroje a svorku s napájecím napětím +5 V. Jeden běžec spojíme s nožem 1, druhý s nožem 6 u konektoru, do něhož se zasouvá modul obrazového generátoru míče. Mezi zemnicí svorku a běžce pomocných potenciometrů zapojíme voltmetr a na běžcích nastavíme napětí asi 2,3 až 2,5 V. Tím je modul obrazového generátoru míče připraven k seřizování. Nutným předpokladem je, aby byly v přístroji zasunuty do konektoru všechny tři předchozí moduly, a aby tyto moduly již pracovaly podle předchozího popisu. Zasuneme tedy i modul



Obr. 73. Deska s plošnými spoji a rozložení součástek generátoru synchronizačních impulsů (L 203)

obrazového generátoru míče a zapneme televizor i televizní tenis. Nyní by se již někde na obrazovce měl objevit bílý čtvereček o rozměrech asi 1×1 cm. Trimry (nahrazujícími zatím odpory R_{19} a R_{21}) se tento bod snažíme dopravit přibližně do středu obrazovky. Jakmile se nám to podaří, vyjmeme seřizovaný modul z konektoru, oba trimry odpájíme, změříme jejich odpor a nahradíme je odpory stejně velikosti. Po opětovném zasunutí modulu do konektory zásuvky se přesvědčíme, že otáčením pomocných potenciometrů můžeme míč umístit do libovolného místa na obrazovce, neboť jeden pohybuje míčem od levého okraje obrazovky k pravemu a druhý od spodního okraje k hornímu.

Tím je seřizování modulu obrazového generátoru míče v podstatě skončeno. Můžeme si však diodovou sondou, popsanou již při ozivení modulu generátorů synchronizačních impulsů, ověřit některé věci, které nám mohou být užitečné později, budeme-li zapojení rozširovat. Jíž v obecné části bylo vysvětleno, jakým způsobem se obrazy (v tomto případě obraz míče) na televizní obrazovce vytvářejí. Ted si tuto teorii můžeme sami snadno ověřit.

Jestliže zmíněnou sondu připojíme na vývod 9 hradla, označeného číslem 5, roztáhne se obraz míče na svislý pruh od horního okraje obrazovky televizoru až ke spodnímu okraji. Dotkneme-li se však vývodu 10 (spojen s vývodem 11) u téhož integrovaného obvodu, objeví se na obrazovce vodorovný pruh, který jde od levého okraje obrazovky až k pravému. Míč leží pochopitelně v průsečíku obou pruhů. Tímto experimentem a předchozím výkladem jsme se snažili dosáhnout toho, aby byli čtenáři sami schopni modifikovat zapojení modulů raket ta, aby si mohli na obrazovce televizoru vytvářet další obrazy, zlepšující celkový dojem ze hry (obraz sítě, postranní čáry apod.). Tyto dodatečné obrazové prvky mohou být buďto pasivní nebo aktivní (miněno vzhledem k střetu s míčem). Rozšíření přístroje o pasivní obrazové prvky je zcela nenáročné, protože znamená pouze přidávat další moduly, které nijak neovlivňují zapojení ostatních obvodů (především modulu pro řízení směru pohybu míče). Mají-li však tyto prvky ovlivňovat dráhu míče (sít), přináší to již s sebou nutnost dalších úprav, které mohou být poměrně složité. O některých možnostech se ještě zmíníme. Zatím však přikročíme k realizaci dalších modulů televizního tenisu.

Obrazové generátory raket (C, D)

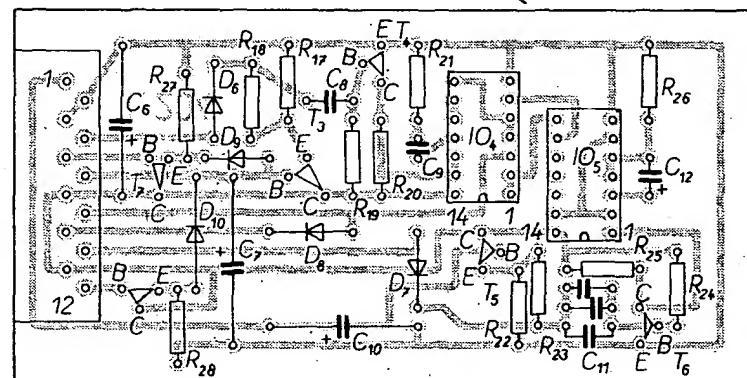
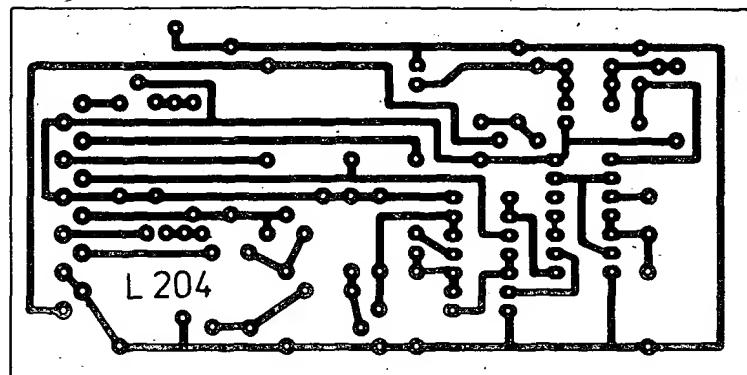
O těchto generátorech mluvíme v množství čísle, protože musíme postavit dva (popřípadě čtyři, když už stavět přístroj, rozšířený o možnost hrát čtyřhru). Ke každému modulu generátoru obrazu raket však musíme mít též příslušný ovládací panel, který při hře drží hráč v ruce a s jehož pomocí ovládá pohyb raket po své polovině obrazovky, zahajuje hru podáním a řídí směr úderu (směr odrazu míče při hře od rakety).

V ovládacích pultech (jejich zapojení je na obr. 69), zhotovených např. z bakelitových krabiček B1, jsou dva tlačítkové spínače (výhodně jsou mikrospínače s mžikovým systémem) a tahové potenciometry. V zásadě lze použít i běžné otočné potenciometry, ale je zřejmé, že přímočáry pohyb při ovládání tahových potenciometrů je pohotovější a také přirozenější. Po zvažení všech okolností (pracnost, cena atd.) jsme se rozhodli, že pro ovládací pulty nebudeme navrhovat desky s plošnými spoji, neboť potřebné součástky můžeme vzhledem k jejich počtu zapojit v krabičce metodou letmě montáže

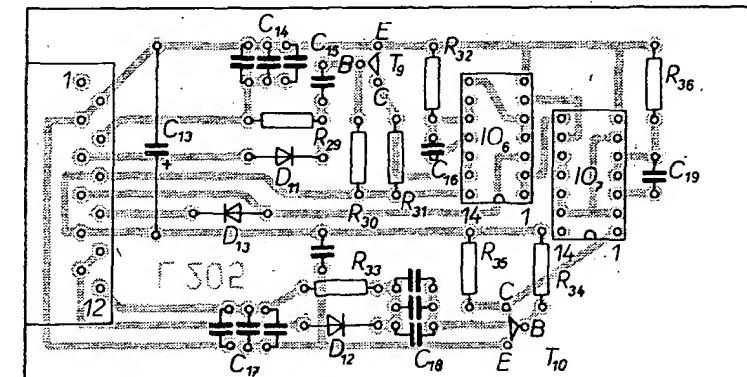
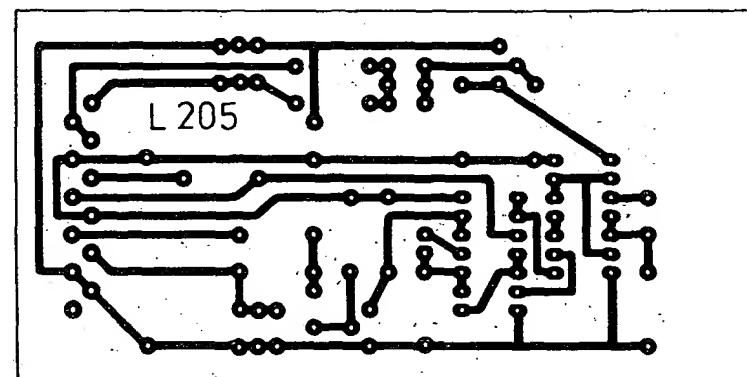
(případně můžeme součástky pájet na univerzální desku s plošnými spoji). Stejně jako na skřínce přístroje je i na skřínce ovládacího pultu pětikolikový nízkofrekvenční konektor, takže oba díly televizního tenisu můžeme propojit pětipramennou šnúrou, běžně provádanou jako příslušenství ke stereofonnímu magnetofonu. Těm nejnáročnějším doporučujeme použít nový typ pětikolikových ko-

nektorů v kovovém provedení, který je opatřen závity a převlečnou maticí, takže připojné šnúry při hře nemůžou vypadnout ani při bezdečných a prudkých pohybech v zápalu hry.

Máme-li ovládací pulty připraveny, přikročíme ke stavbě vlastních obrazových generátorů raket. Popis stavby i popis seřízení zaměříme na raketu levého hráče podle

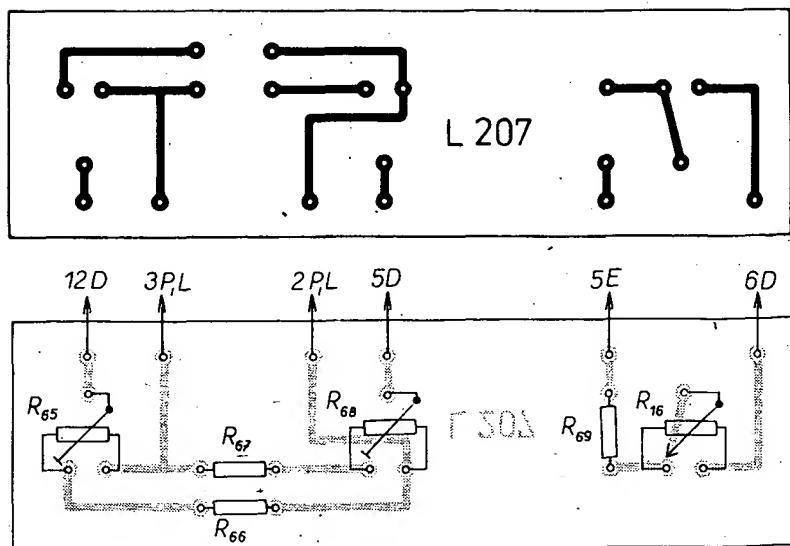


Obr. 74. Deska s plošnými spoji a rozložení součástek obrazového generátoru míče (L 204)



Obr. 75. Deska s plošnými spoji a rozložení součástek obrazového generátoru rakety (L 205)

schématu na obr. 61. Všechny pokyny a závery však platí analogicky i pro druhý generátor (generátor obrazu rakety pravého hráče). V první řadě si do destičky s plošnými spoji zapojíme podle obr. 75 všechny součástky kromě R_{30} a R_{34} . Tyto odpory nahradíme podobně, jako při seřizování obrazového generátoru míče, odporovými trimry, připájenými ze strany plošných spojů. Použijeme opět trimry TP 111, 150 k Ω , v sérii s odpory 1 až 10 k Ω . Nyní zasuneme modul obrazového generátoru rakety do příslušného konektoru a zapneme televizor i konstruovaný přístroj. Jsou-li v přístroji zasunuty moduly napájení, v generátoru i generátoru synchronizačních impulsů a jsou-li tyto moduly seřizeny podle předchozího popisu, pak by mělo být možné pohybem běžců tahových potenciometrů na ovládacím panelu dostat na obrazovku obraz rakety ve formě bílého obdélníku šířky asi 8 až 10 mm a výšky asi 20 až 30 mm. Obraz rakety ve vodorovném směru nastavíme přibližně do středu obrazovky a potom „sjedeme“ druhým běžcem tahového potenciometru až na nulové napětí. Nyní nastavíme trimrem, který nahrazujeme R_{34} , obraz rakety na spodní okraj obrazovky. Potom přemístíme běžec do druhé krajní polohy a zkонтrolujeme, zda se obrázek rakety právě dotýká horního okraje obrazovky. Případné rozdíly upravíme změnou odporu R_{75} . Potom nastavíme ve svém směru obrázek rakety přibližně do středu obrazovky a seřídíme si ovládací prvky pro pohyb ve vodorovném směru; nejdříve „sjedeme“ běžcem potenciometru R_{72} až k tomu konci, který je spojen s R_{31} . Trimrem nahrazujícím R_{30} nastavíme obrázek rakety přibližně do středu obrazovky. Potom posuneme běžec R_{72} na druhý konec odporové dráhy a s trimrem R_{70} nastavíme obrázek asi 4 cm od levého okraje obrazovky. Potom se znova vrátíme běžcem zpět a znova přesně nastavíme obrázek pomocným trimrem ke středu obrazovky. Toto nastavování opakujeme tak dlouho, až se podaří nastavit dřáhu obrázku rakety od středu obrazovky do pozice 4 cm od pravého okraje při využití celé odporové



Obr. 77. Rozložení součástek na pomocném modulu (L 207)

dráhy potenciometru R_{72} . Po tomto seřízení máme možnost nastavit raketu do kteréhokoli místa na levé polovině obrazovky televizoru (levého hráčiho pole).

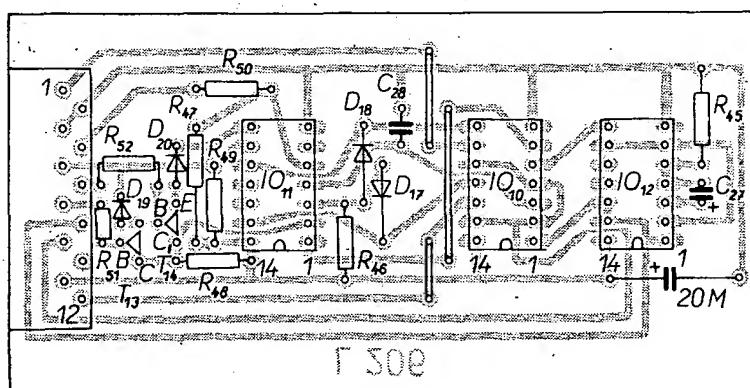
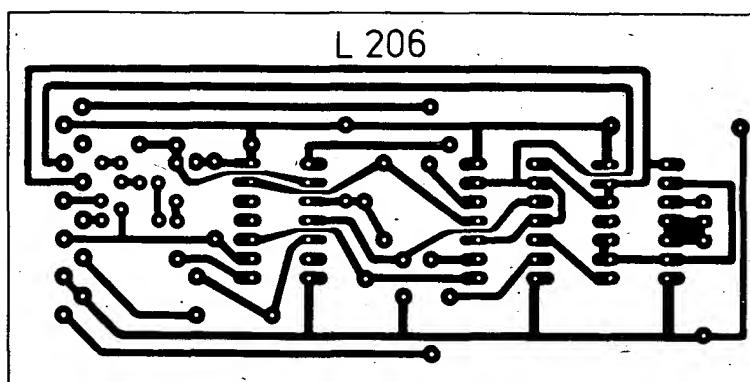
Při seřizování modulu obrazového generátoru pravého hráče postupujeme podobně. Jediná odlišnost spočívá v seřizování ovládacích prvků po pohyb v horizontálním směru. K přístroji připojíme příslušný ovládací panel a destičku modulu obrazového generátoru rakety zasuneme do příslušného konektoru. Nastavení prvků ovládajících pohyb ve svém směru je zcela shodné jako modulu levé rakety. Jakmile jsou tyto prvky seřizeny, nastavíme opět pravou raketu svíslé do poloviny obrazovky, umístíme běžec R_{71} až k tomu konci odporové dráhy; k němuž je připojen R_{60} a nastavíme obraz pravé rakety asi 4 cm od pravého okraje obrazovky. Běžec R_{79} přemístíme na druhý konec odporové dráhy a trimrem R_{77} se snažíme dostat obraz pravé rakety opět do středu obrazovky.

Tento postup opět opakujeme tak dlouho, až se při pohybu běžce R_{79} z jednoho konce odporové dráhy na druhý přemístuje obraz pravé rakety po dráze ze středu obrazovky do polohy vzdálené od pravého okraje asi 4 cm. Po seřízení lze raketu nastavit do kteréhokoli místa na pravé polovině obrazovky.

Rovněž u modulů obrazových generátorů raket můžeme sondou s diodou vysledovat pruhy, které se nakonec skládají do obrazu samotné rakety. Je pochopitelné, že vodorovný pruh bude v tomto případě mnohem tlustší než pruh svíslý. Ponecháváme čtenářům, aby si sami nalezli body, kde je možné získat signály, které budou tímto způsobem modulovat v generátoru.

Modul ovládání pohybu míče (E)

Dostali jsme se k poslednímu modulu, na němž jsou zapojeny obvody, které řídí směr pohybu míče po obrazovce ve směru vodorovném i svíslém. Na obr. 76 je rozložení součástek na desce s plošnými spoji. Do této destičky zapojíme všechny součástky, neboť žádnou z nich není třeba nastavovat či měnit. Po dokončení montáže destičku zasuneme do příslušného konektoru a předpokládáme, že ostatní seřízené moduly jsou na svých místech. Pokud jsme již propojili s noži konektorů také pomocný modul (připevněný k čelnímu panelu skřínky přístroje) s potenciometry R_{65} , R_{66} a R_{16} , přerušíme spoj, vedoucí z běžce potenciometru R_{16} do konektoru modulu obrazového generátoru míče (vývod 6). Na vývodech 6 a 1 konektoru jsou ještě stále připojeny běžce pomocných potenciometrů, které jsme používali při seřizování obvodů tohoto modulu. Zapneme přístroj a nastavíme obě raketu i míč do stejné úrovni ve svém směru (do stejné výšky). Pak připojíme voltmetr mezi zem a vývod 9 obvodu MH7474. Budeme-li pomocným potenciometrem pohybovat obrazem míče ve vodorovném směru tak, aby se míč dotýkal střídavě obou raket, musí se napětí vždy po dotyku míče a rakety skokem měnit z jedné logické úrovni do druhé a zpět. Tím je ověřena správná funkce obvodu pro řízení pohybu míče v horizontálním směru. Potom ponecháme běžec pomocného potenciometru v poloze, při které je míč přibližně v polovině šířky obrazovky a voltmetr přeponíme na místo, kde budeme moci sledovat činnost obvodu pro řízení smyslu pohybu míče ve vertikálním směru. Tímto místem je vývod 5 obvodu MH7474. Na vývodu 5 se



Obr. 76. Deska s plošnými spoji a rozložení součástek na modulu ovládajícího pohyb míče (L 206)

budou střídat logické úrovně tehdy, budeme-li druhým pomocným potenciometrem pohybovat obrazem míče tak, aby se střídavě dotýkal horního a dolního okraje obrazovky. Pracuje-li tento obvod podle předpokladů, můžeme očekávat, že bude dobré pracovat i při hře.

Ještě nám zbývá zapojit do obvodů součástky, umístěné na pomocném modulu. Rozložení součástek je na obr. 77. Jeho stavba nevyžaduje komentář, k upevnění ve skřínce lze využít krajní potenciometry, z které se destička přišroubuje k čelnímu panelu skřínky (centrálními maticemi). Obvody pomocného modulu připojíme k ostatním obvodům podle obr. 68. Tím je stavba celého přístroje hotová, zbývá už jen definitivně seřídit celý přístroj.

Pro ty konstruktéry, kteří mají možnost při oživení přístroje použít osciloskop, jsou určeny fotografie (obr. 78) průběhů napětí v důležitých bodech zpoždovacího obvodu. Křivky na obr. 78a, 78b, 78c ukazují změnu průběhu napětí závislosti na velikosti regulačního napětí U_R (porovnej s obr. 62). Jinými slovy, uvedené obrázky ukazují závislost průběhu napětí na svislé poloze rakety (míče): a - raketa nahoru, b - uprostřed, c - dolu.

- Obr. 78d znázorňuje dálé průběh úplného televizního signálu, jímž je modulován v generátoru. Casová základna osciloskopu je synchronizována kmitočtem 60 Hz (tak jako i v předešlých případech). Zřetelně jsou zde vidět i obrazové signály maket levé i pravé rakety, stejně jako míče. Jsou zde zachyceny i snímkové synchronizační impulsy, zatímco jednotlivé rádkové synchronizační impulsy nejsou vidět a vytvářejí pouze světlé zábarvení celého televizního signálu. Zřetelně je též vidět na obr. 78d i úroveň černé barvy. Nad touto úrovni jsou obrazové signály raket a míče („rozsekáné“ rádkovými synchronizačními impulsy), zatímco pod uvedenou úrovni jsou pouze snímkové a rádkové synchronizační impulsy.

Konečné seřízení

Je-li přístroj seřízen podle předchozího popisu a jestliže jsme zapojili všechny obvody (včetně obvodů v ovládajících pultech a pomocného modulu) podle uvedených schémat, dá se předpokládat, že přístroj je v zásadě schopen plnit požadovanou funkci, tedy umožnit nám hrát na obrazovce televizního přijímače hru, která se podobá tenisu. Závěrčním seřízením už jenom zajistíme snadnou obsluhu a spolehlivou funkci. To jsou vlastnosti velmi potřebné především tehdy, když budou přístroj obsluhovat osoby, od nichž nemůžeme očekávat, že by si mohly na základě znalosti funkce samy poradit, objevili by se při činnosti přístroje nějaké nedostatky.

Přístroj propojíme v kabelem s televizním přijímačem, který zapneme. Předpokládejme, že televizní přijímač je stále nalaďen na kmitočet, na kterém pracuje oscilátor v modulu. Po zapnutí přístroje by se někde na obrazovce (podle polohy tahových potenciometrů na ovládajících pultech) měly objevit obrazy obou raket a míče by se měl pohybovat svisle nahoru a dolu v určité vzdálenosti od okraje obrazovky. Zmizí-li míč za okrajem obrazovky, vypneme přístroj a změníme nastavení potenciometru R_{65} nebo R_{66} tak, aby k omezení vodorovné složky pohybu míče došlo před okrajem obrazovky. Vodorovnou složku pohybu míče správně nastavíme seřízením R_{65} a R_{66} podle následujícího popisu: nejdříve umístíme obrazy raket až k okraji obrazovky. Běžece R_{72} a R_{70} přemístí-

me až na konec odporových drah. V této poloze by měly být obrazy raket asi 4 cm od okrajů obrazovky - viz kapitola o seřízení módulů obrazových generátorů raket. Nyní si potenciometry R_{65} nebo R_{66} (podle toho, u kterého okraje obrazovky se míč svisle pohybuje) nastavíme polohu linie svislého pohybu míče tak, aby byla asi 1 cm za obrazem raket směrem k okraji obrazovky. Po seřízení jedné úrovně stiskneme v okamžiku, kdy se míč nachází ve stejné svislé poloze jako raka tlačítko podání. Obraz raket odskočí směrem k okraji obrazovky, a protože vlastně došlo k dotykmu míče a raket, přeletí míč na druhou stranu obrazovky. Znovu nastavíme příslušným potenciometrem polohu linie svislého pohybu míče asi na 1 cm za obraz raket směrem k okraji obrazovky. Třetí potenciometr na pomocném panelu slouží k nastavení rychlosti vodorovné složky pohybu míče (do jisté míry analogie, prudkosti úderu) v obou směrech zároveň a hráči si tento prvek nastavují podle svých schopností, aby hra nebyla příliš nudná, ani příliš obtížná.

Je však třeba zkonto rovat, zda jsou rychlosti míče ve směru zleva doprava a zprava doleva stejně velké, aby některý z hráčů nebyl předem v nezaslužené výhodě. Případné rozdíly v rychlostech je možné snadno zkorigovat změnou R_{49} .

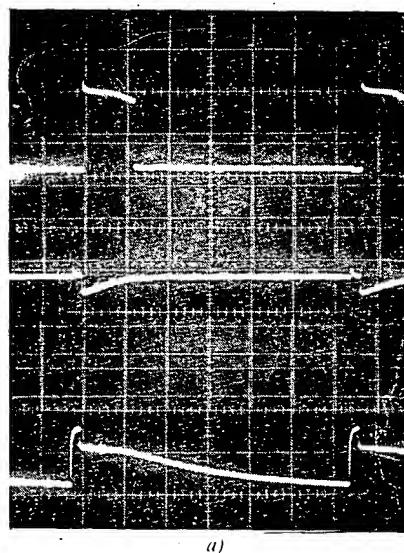
Konečným seřízením přístroje je ukončena stavba základní varianty televizní hry.

V následující kapitole je uvedeno několik námětů, které dovolují přístroj rozšířit o další prvky, umožňující zpestřit hru.

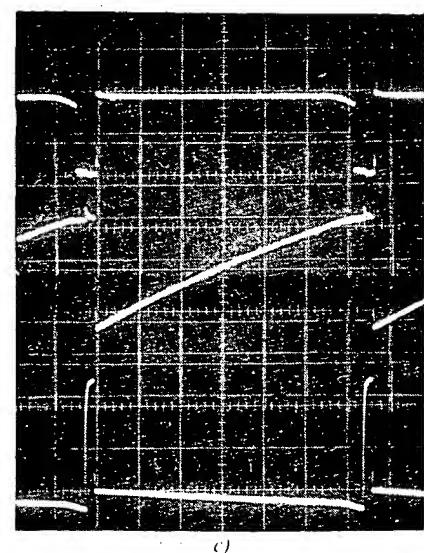
Varianty základního zapojení

Nejzajímavější by byla jistě varianta, která by umožňovala hrát nějakou televizní hru na dálku. To znamená, že bychom si mohli zahrát například se svým sousedem, který by měl svůj ovládací pult a průběh hry by sledoval na svém televizoru - pak by stačilo propojit přístroj kabelem; existuje však i teoretická možnost bezdrátového spojení. Takovou hru bychom mohli potom mohli hrát se soupeřem, který bydli třeba na druhém konci města. Takto by se mohl hrát i celý turnaj na dálku. Bylo by to opravdu aktivní využití televizního přenosu. Uvedená úvaha je zatím jen fantazií, ovšem možnost hry se dvěma televizory a s kabelovým propojením je zcela reálná.

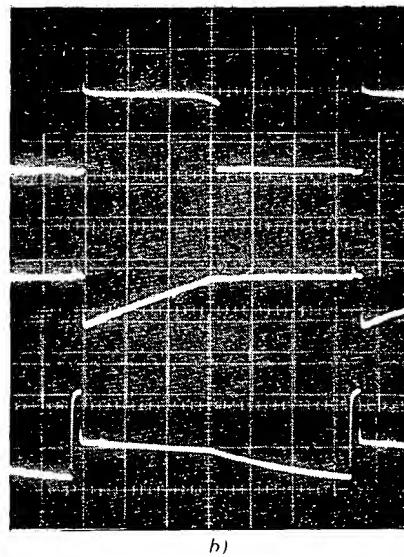
Dále jsou uvedeny některé možné varianty základního zapojení. Kombinací základního zapojení a některé z uvedených variant můžeme získat různé obměny televizní hry. Nevhodnou většinu her je totiž skutečnost, že se po jistém času omrzí. Je proto výhodné mít k dispozici několik variant hry. Dále popsané varianty jsou uvedeny pouze jako příklady možných řešení a nejsou popsány tak podrobně jako základní zapojení, protože je



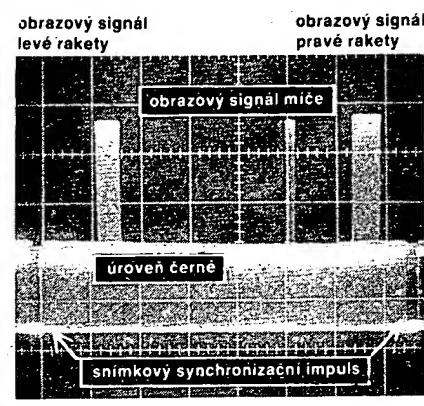
a)



c)



b)



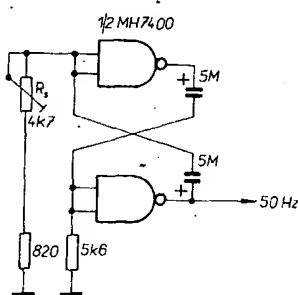
(horní křivka - průběh napětí v bodu A, prostřední v bodu B, dolní - v bodu C; viz obr. 62)

Obr. 78. Průběh napětí v důležitých bodech zpoždovacího obvodu v závislosti na regulačním napětí U_R (a, b, c); úplný televizní signál (d)

autoři domnívají, že je lepší, když amatérský konstruktér popustí při stavbě televizní hry uzdu své fantazii a vytvoří tak přístroj alespoň do jisté míry originální.

Generátor snímkových synchronizačních impulů s multivibrátorem

V některých případech není možné používat kmitočet elektrické sítě ke stabilizaci kmitočtu snímkových synchronizačních impulsnů. Pak je vhodné použít stejný způsob jako při generování rádkových synchronizačních impulsnů. To znamená použít astabilní multivibrátor, který pracuje na kmitočtu 50 Hz. Na obr. 79 je uvedeno modifikované



Obr. 79. Generátor snímkových synchronizačních impulsů s multivibrátorem

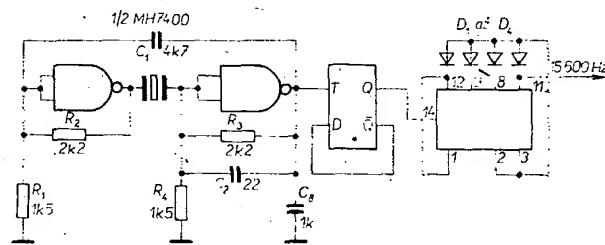
zapojení s multivibrátorem. Přesně lze nastavit kmitočet 50 Hz potenciometrem R_5 . Na konektoru modulu A zůstane v tomto případě nezapojený kontakt 1. Popisovaný způsob generování snímkových synchronizačních impulsů s výhodou použijeme, budeme-li přístroj napájet například z autobaterie. Vhodné napětí je 12 V. Stejnosměrné napětí přivedeme na konektor napájecího zdroje a to na kontakty 11 a 12. Na polarije zde nezáleží, neboť správnou polariitu napětí pro napájecí zdroj zajišťují diody D_1 až D_4 .

Krystálový generátor fádkových synchronizačních impulsů

Jak již bylo uvedeno dříve, je v základním zapojení využito kmitočtu světelné sítě ke stabilizaci kmitočtu snímkových synchronizačních impulsů. To známení, že při nastavování přístroje, ani při jeho provozu nemusí být nutné „doladovat“ kmitočet 50 Hz.

Tak tomu však není v případě rádkových synchronizačních impulsů. Zde musíme rádkový kmitočet nastavit poměrně přesně (15 625 Hz). Stabilita použitého generátoru není velká a spolehlivá funkce celého přístroje je založena na tom, že každý televizní přijímač má dosti velké kmitočtové pásmo, v němž je obraz spolehlivě zasynchronizován. Ovšem čas od času je nuto poopravit nastavení trimru R_3 . Použijeme-li generátor, jehož kmitočet je stabilizován krystalem, budeme mít vždy zaručen přesný kmitočet a trimr R_3 můžeme vyněchat. To znamená, že by pak odpadlo jakékoli nastavování rádkového kmitočtu.

Jako příklad krystalového generátoru je na obr. 80 zapojení použité v práci [21].



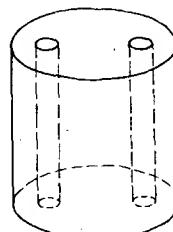
Obr. 80. Krystalový generátor řádkových synchronizačních impulsů

Kmitočet krystalem řízeného oscilátoru je 468 kHz. Tento kmitočet je zvolen s ohledem na možnost získání krystalu. Odvozený rádkový kmitočet je $f_R = 15\ 600$ Hz. Dělení kmitočtu 468 kHz v poměru 30 : 1 tak získáme kmitočet rádkových synchronizačních impulsů. Základní oscilátor s kmitočtem 468 kHz je tvořen obvodem MH7400. Dělení kmitočtu je rozděleno na dělení 2 : 1 a 15 : 1. Dělič 2 : 1 je z klopného obvodu typu D (MH7474) s vazbou D na \bar{Q} . V děliči 15 : 1 je použit obvod MH7493, přičemž počítací cyklus je po dosažení určitého stavu, odpovídajícího žádanému dělicímu poměru, ukončen pomocí diodové maticy návratného stavu integrovaného obvodu na úrovni \log_0 . Pro pochopení činnosti můžeme využít tabulky logických stavů při čítání. Po dosažení stavu \log_0 1 na zvolených výstupech má diodová matici výsledný součet $\log_0 1$ a nulovací vstup uvede do počátečního (výnulového) stavu a cyklus začíná znovu.

Transformační člen

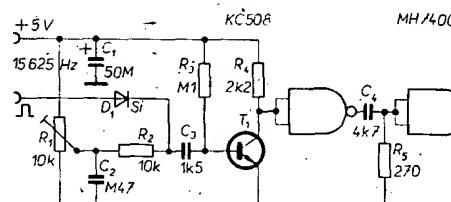
Z hlediska jednoduchosti realizace byl výstup z vysokofrekvenčního oscilátoru nařízen jako nesymetrický. Tento způsob také zaručuje minimální parazitní vyzařování z propojovacího souosého kabelu, zapojeného mezi výstup oscilátoru a vstup televizního přijímače. Vzhledem k tomu, že většina televizorů má symetrický vstup $300\ \Omega$, musíme se postarat o přizpůsobení vhodným transformačním členem. Nejjednodušší je zapojit místo propojovacího souosého kabelu bezčinnou účastnickou šnůru (např. typ 6AK 76223).

Transformační člen si můžeme také zhotovit sami. Použijeme feritový former (Pramet Šumperk, typ 506300), jehož vzhled je uveden pro ilustraci na obr. 81. V použití lze



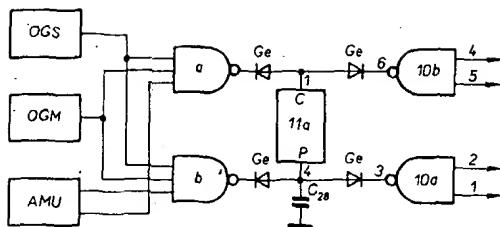
Obr. 81. Feritový former transformačního člunu

použit dvě feritové trubičky nebo toroidní jádra z materiálu N01. Do jednoho otvoru a kolem formera navineme 2,5 závitu současně dvěma dráty o Ø 0,25 až 0,3 mm, izolovanými plastickou hmotou. Stejně postupujeme i v druhém otvoru nebo druhém jádru.



Obr. 83. Zapojení obrazového generátoru sítě

ní míří nazpět. Na obr. 84 je znázorněna možnost, jak napodobit takové situace. Na vstupy hradel **a**, **b** (MH7410) jsou připojeny výstupy z obrazového generátoru sítě OGŠ a mítce OGM. Na třetí vstup je připojen výstup ze symetrického astabilního multivibrátoru AMU.



Obr. 84. Aktivní využití sítě.

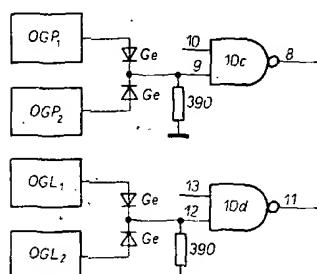
Objeví-li se na vstupech hradla **a** nebo **b** současně kladné impulzy z obrazových generátorů sítě a míče, znamená to dotyk míče se sítí. Jestliže se v tomto okamžiku současně vyskytne kladný impuls na třetím vstupu některého z hradel **a**, **b**, přejde jeho výstupní úroveň z úrovně log. 1 na úrovně log. 0. Předpokládejme, že k tomuto stavu došlo například u hradla **a**. Z pravdivostní tabulky víme, že v tomto případě se nastaví výstup Q obvodu **11a** na úrovně log. 0. Pokud výstupní úroveň byla již log. 0, nedojde ke změně stavu, v opačném případě se stav změní. Ve skutečnosti to znamená, že jestliže smysl svislé složky směru pohybu míče je shora dolů (výstup Q má úrovně log. 0), při dotyku sítě a míče nedojde k žádné změně v pohybu míče. Jestliže však smysl svislé složky směru pohybu míče je zdola nahoru (výstup Q má úrovně log. 1), dojde při dotyku míče se sítí ke změně smyslu svislé složky pohybu (úrovně výstupu Q přejde z log. 1 do log. 0) a míč se začne pohybovat shora dolů.

Změní-li se výstupní úroveň z log. 1 do log. 0 u hradla **b**, bude děj přesně opačný, než v předcházejícím případě. To znamená, že ke změně smyslu svislé složky pohybu míče dojde pouze tehdy, když se míč před dotykem se sítí pohyboval shora dolů.

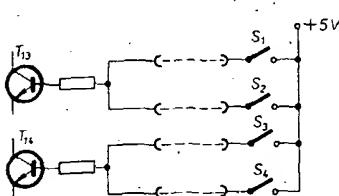
Vzhledem k tomu, že kmiočet pomocného multivibrátoru není nijak vázán na pohyb míče, bude změna pohybu míče čistě náhodná, podobně jako u skutečného tenisu.

Tenisová čtyřhra

Základní zapojení TV tenisu je možno jednoduše rozšířit tak, že se hry mohou zúčastnit čtyři hráči (tj. obdoba čtvrté hry ve skutečném tenisu). Za tímto účelem je nutné zapojit navíc dva obrazové generátory raket pro dalšího hráče na každé straně. Zapojení je shodné se zapojením původních obrazo-



Obr. 85. Televizní čtyřhra

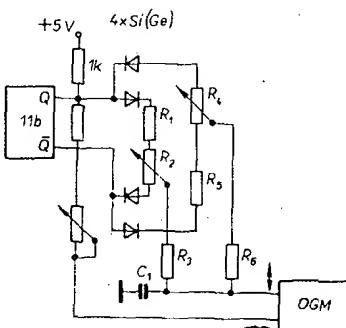


Obr. 86. Předvolba při čtyřhrze

vých generátorů raket. Rozdíl je pouze v připojení výstupů obrazových generátorů raket ke vstupu hradel **10c** a **10d** tak, jak je to zřejmé z obr. 85. Je pochopitelné, že v tomto případě budeme potřebovat také čtyři ovládací pulty. Pokud bychom chtěli, aby všichni hráči měli možnost předvolby, můžeme pomocí diod rozšířit počet vstupů tranzistorů T_{1a} a T_{1b} tak, jak je to znázorněno na obr. 86.

Ruční ovládání svislého pohybu míče

V základním zapojení je pohyb míče zcela automatický. Jednoduchým způsobem můžeme však pozměnit základní zapojení tak, abychom svislou složku pohybu míče mohli ovládat ručně. Základní požadavek je ovšem ten, aby míč mohl ovládat vždy ten hráč, který naposled odehrál míč raketou. Jak je patrné z obr. 87, současně se změnou vodo-



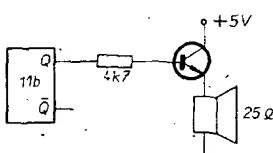
Obr. 87. Ruční ovládání svislého pohybu míče

rovné složky pohybu míče se přepíná ruční řízení svislého pohybu na hracího pultu hráče, který pravě odehrál míč a může s ním nyní pohybovat, aby znesnadnil zásah svého protivníka. Odpor R_3 , R_6 a kondenzátor C_1 vytvářejí integrační obvod, který nedovolí náhlé změny svislého pohybu.

Je pochopitelné, že v tomto případě jsou obvody **10a**, **10b**, **11a**, **12a** a **12d** zbytečné, neboť právě tyto obvody zajišťují automatické ovládání svislé složky pohybu míče. Vzhledem k tomu, že nebude, jak bylo uvedeno, ve funkci obvod **11a**; odpadne také předvolba toho, zda se míč po zásahu raketou bude pohybovat nahoru nebo dolů – předvolba je v tomto případě ovšem zbytečná, neboť můžeme ovládat svislý pohyb míče nejen po zásahu raketou, ale po celé jeho dráze k soupeřové raketě.

Akustický efekt

Doplňme-li základní zapojení obvodem podle obr. 88, získáme jednoduchý akustický efekt při zásahu míče raketou jak levým, tak



Obr. 88. Akustický efekt

pravým hráčem. Zapojení je sice velmi jednoduché, ale značně přispívá k dosažení dojmu ze skutečné hry. Funkce uvedeného zapojení je následující: napěťový skok na výstupu Q klopného obvodu **11b** se přenáší před oddělovací tranzistor do reproduktoru ($\varnothing = 50$ mm) s impedancí $Z = 25 \Omega$. To znamená, že při každém zásahu míče raketou, které je doprovázeno změnou stavu obvodu **11b**, se ozve z reproduktoru lupnutí, které poměrně velmi dobře vystihuje úder raketou.

Modifikované zapojení obvodů „podání“

V původním zapojení podává vždy ten hráč, který nezasáhl raketou letící míč. Zapojení na obr. 89 umožňuje, aby podával (servíroval) kdykoli kterýkoliv z hráčů. Vzhledem k tomu, že v tomto případě nejsou zapojeny obvody s tranzistory T_7 a T_8 , nebude míč před podáním na obrazovce vidět. Tato skutečnost představuje ve hře jistý moment překvapení, neboť protihráč nebude předem vědět, odkud bude podání zahráno (přesněji: z kterého místa jedně ze stran obrazovky).

Obvody na obr. 89 pracují následujícím způsobem. Při podání z levé strany je čtyřpolový spínač S_L stisknut. To znamená, že body X a Z jsou připojeny přes odpor R_1 k zemi a na vstup „nastavení“ obvodu **11a** je tak přivedena úrovně log. 0, stejně jako na vstup „nulování“ obvodu **11b**. Tímto způsobem je zajištěno, že míč se po podání bude pohybovat směrem nahoru a k pravé straně obrazovky.

K bodu U (R'_1) je připojeno napájecí napětí $+5$ V, takže kondenzátor C_7 se bude urychleně nabíjet a míč se urychleně přemístit k levé straně obrazovky. To má svůj význam pouze tehdy, je-li míč před podáním na pravé straně a podání bude zahrávat levý hráč. Bod T je připojen k emitoru T'_2 , jehož báze je připojena přes odpor R'_2 , na běžec potenciometru R_{10} (ovládání svislé polohy levé raketky). Napětí na kondenzátoru C_{10} se tak nastaví přibližně na velikost napětí na emitoru T'_2 . Tímto způsobem je určena výchozí svislá poloha míče při podání. Pokud se nyní rozpojí tlačítko S_L , přidržné napětí na kondenzátorech C_7 a C_{10} zmizí a míč se začne pohybovat ve směru, určeném stavem bistabilních klopných obvodů **11a**, **11b**, tj. nahoru a k pravé straně obrazovky.

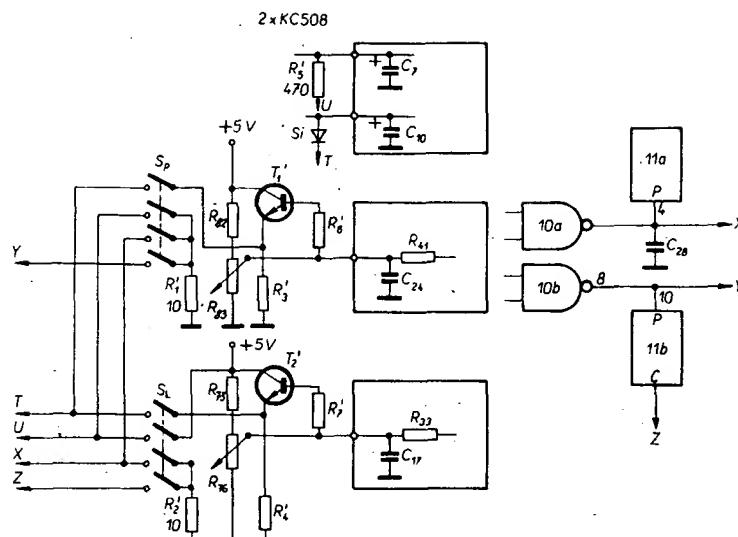
Podání z pravé strany probíhá podobně, ovšem s tím rozdílem, že se po podání míč bude pohybovat zprava doleva a výchozí poloha je určena napětím na emitoru T'_1 . Tím nastavením potenciometru R_{11} (ovládání svislé polohy pravé raketky).

Jak bylo již řečeno, popisovaný způsob podání zajišťuje moment překvapení pro soupeře. Nevýhodou je však ta skutečnost, že podání nelze „zakázat“ na rozdíl od podání v základním zapojení, které vyžaduje jistou dávku postřehu a cviku.

Počítání skóre zápasu

V každé hře podobného druhu jako je například tenis je nutné během zápasu průběžně zaznamenávat skóre. Podobně tomu tak bude u popisované televizní hry. Způsobu, jak realizovat zápis stavu zápasu, je pochopitelně mnoho. Od způsobu nejprimitivnějšího, kdy si budeme sami zaznamenávat stav zápasu na kousek papíru, až po způsobu složitější, které umožní automatické zaznamenávání. Posledně jmenovaný způsob je sice nejlepší, ale také nejdražší.

Před základní úvahou, jak realizovat čítací skóre, je nuto uvážit, jakou výstupní informaci z televizní hry zvolíme za základ pro počítání. Nejjednodušším způsobem je vyhodnocovat počet podání v průběhu zápasu.



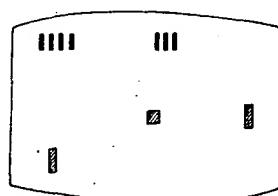
Obr. 89. Modifikované zapojení obvodů „podání“

Budeme-li vždy dodržovat zásadu, že na podání (servírovat) bude ten hráč, který nezasáhl letící míč, potom následující podání tohoto hráče znamená kladný bod pro soupeře. To znamená, že pomocí dalších kontaktů spínacího tlačítka S_1 nebo S_2 (obr. 69) můžeme přivést vhodný impulс na vstup čítače skóre. Nesmíme však zapomenout, že při zahájení zápasu hráč, který zahajuje hru, připodit tímto způsobem svému soupeři bod, který mu nenáleží (hráč, který svým podáním zahajuje hru, nečiní tak proto, že by udělal při hře chybu, ale proto, že některý z hráčů musí hru zahájit). Z tohoto důvodu musíme vhodnou předvolbou čítače vyloučit tuto chybu, anebo jednoduše na konci zápasu hráč, který hru nezahajoval, odečteme jeden bod. Při takto realizovaném způsobu počítání je vyhodnocováno pochopitelně i chybné podání. Jako vlastní čítač skóre může sloužit buď elektromechanický počítac (např. z počítače telefonních hovorů), anebo čítač s integrovanými obvody a s indikací pomocí digitronů.

Nevýhodou běžných elektromechanických počítadel jsou malé rozměry číslic. V průběhu hry to pak znamená, že budeme velmi obtížně moci sledovat stav zápasu. Naproti tomu, použijeme-li čítač s integrovanými obvody a digitronový displej, můžeme velmi pohodlně sledovat průběžné stav zápasu (zvláště v případě, umístíme-li čítač přímo na televizor).

Nejlepším způsobem je ovšem zobrazit stav zápasu přímo na obrazovce. Přímé zobrazení číslic na obrazovce v televizní hře nemá zatím velkou cenu uvažovat, neboť potřebné obvody by byly složitější, než obvody samotné hry. V našem případě bude stačit, když se na některém místě obrazovky budou objevovat čárky, jejichž počet udává počet bodů jednotlivých hráčů (obr. 90).

Dalšího zjednodušení dosáhneme, bude-li stav zápasu vyhodnocovat polohou jedné čárky. Vnější vzhled je stejný jako na obr. 90. Jednotlivé čárky na tomto obrázku pak ovšem představují pouze polohu jedné čárky.



Obr. 90. Zobrazení stavu zápasu na obrazovce

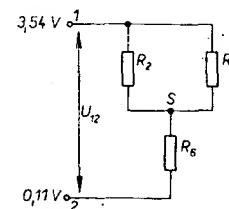
vých obvodů v závislosti na počtu impulsů přivedených do čítače ukazuje tab. 3. Stavu, při kterém je na výstupech Q vesměs úroveň log. 0, přiřadíme číslici 0 a stavu, při kterém je na výstupech vesměs úroveň log. 1, přiřadíme číslici 7.

Matici složenou z odporů R_2 , R_4 a R_6 vytváří pak v bodě S napětí schodovitého průběhu v závislosti na stavu jednotlivých klopových obvodů, tj. na počtu přivedených impulsů.

Výstupní úroveň signálů v bodu S je rovněž uvedena v tab. 3 a to v závislosti na

Tab. 3.

n	\bar{Q}_1	\bar{Q}_2	\bar{Q}_3	$U_S [V]$
0	0	0	0	3,54
1	1	0	0	3,05
2	0	1	0	2,55
3	1	1	0	2,06
4	0	0	1	1,58
5	1	0	1	1,09
6	0	1	1	0,59
7	1	1	1	0,11



Obr. 93. Náhradní zapojení pro výpočet výstupního napětí z čítače

přivedeném počtu impulsů (n). Pro ilustraci si vypočítáme velikost napětí v bodě S pro číslici 3. V tomto případě budou výstupy \bar{Q}_1 a \bar{Q}_2 na úrovni log. 1 a \bar{Q}_3 na úrovni log. 0. Uvažujeme výstupní úrovně klopových obvodů log. 0 = 0,11 V a log. 1 = 3,54 V. Napětí v bodě S můžeme vypočítat v tomto případě podle náhradního zapojení na obr. 93. Je zřejmé, že bude platit

$$U_S = U_{12} \frac{R_6}{R_2 || R_4 + R_6} + 0,11 \text{ V},$$

kde U_S je napětí v bodě S .
 U_{12} napětí mezi body 1 a 2 ($U_{12} = 3,54 \text{ V} - 0,11 \text{ V} = 3,43 \text{ V}$) a
 $R_2 || R_4$ je výsledný odpor paralelní kombinace odporů R_2 a R_4 ($R_2 || R_4 = 10 \text{ k}\Omega$).

Dosazením do uvedeného vztahu obdržíme $U_S = 1,58 \text{ V}$.

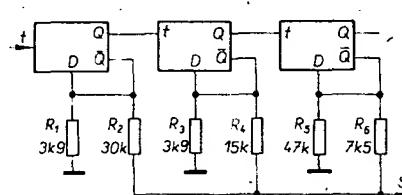
Podobným způsobem bychom obdrželi velikosti napětí U_S pro jiný počet impulsů.

Odpor R_1 , R_3 , R_5 nejsou funkční, pouze kompenzují nestejně zatížení výstupů \bar{Q}_1 , \bar{Q}_2 , \bar{Q}_3 odporu R_2 , R_4 , R_6 .

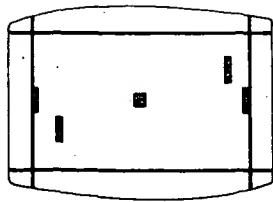
Výstupní napětí v bodě S můžeme již použít k ovládání vodorovné polohy čárky, udávající stav zápasu. Mezi výstup čítače a vstup obrazového generátoru čárky je vhodné zařadit odporový trimr. Budeme tak mít možnost nastavit rozsah vodorovného pohybu čárky. Na televizor můžeme pak provizorně připevnit průsvitnou fólii, na kterou můžeme vepsat do jednotlivých políček číslice, odpovídající poloze čárky.

Televizní hokej

Na obr. 99 je schematicky znázorněn pohled na televizor při hře, která připomíná



Obr. 92. Zapojení čítače



Obr. 94. Pohled na obrazovku při televizním hokeji

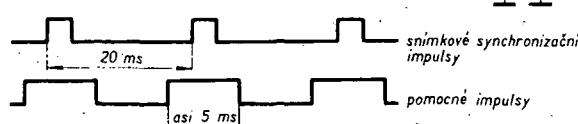
hokej. Vlastní hrací pole je orámováno čtyřmi pruhy, od nichž se míč odráží jako od mantinelu. Branky jsou vytvořeny stejným způsobem jako raketky hráčů při televizním tenisu. Jsou pevně umístěny do středu levého a pravého pruhu. Při vlastní hře je výhodnější dotyk míče s brankou. Dotkne-li se míč jedné nebo druhé branky, pomocný obvod zkratuje výstupní signál obrazového generátoru míče, který tímto způsobem zmizí z obrazovky a je tak signalizováno dosažení branky. Hra může znova začít stisknutím tlačítka „vlezování“, které zruší činnost pomocného obvodu a míč se začne pohybovat ze středu televizního „kluziště“. Výstupní signál z pomocného obvodu, jehož stav je závislý na tom, zda se míč dotkne branky či nikoli, je možno v tomto případě s výhodou používat výstupní informaci pro čítač skóre.

U her tohoto druhu je dále pro zpřestění hry možno zavést předvolbu směru pohybu míče po dotyku s hráčem. V některých složitějších variantách této hry se používá až pět možností při předvolbě.

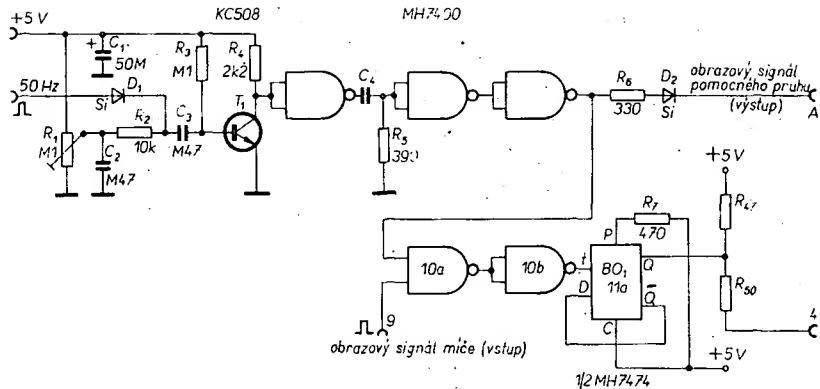
Odraz od vrchního a spodního okraje obrazovky

V původním zapojení se míč odráží dole od snímkového synchronizačního impulsu a nahoru od pomocného pruhu. Zatímco k odrazu nahoru může dojít ve viditelném poli obrazovky (závisí to na šířce pomocného pruhu), odraz od spodního okraje bude vždy mimo viditelnou plochu obrazovky. Ideálně by bylo, kdyby se míč odrázel nahoru i dole od nějakého pruhu, který bude zobrazen na obrazovce. Na první pohled by se zdálo, že k tomuto účelu budeme potřebovat dva obrazové generátory. Jeden pro pruh, od něhož se odráží míč u vrchního okraje obrazovky, a druhý pro pruh, od něhož se míč odráží u spodního okraje. Ve skutečnosti však můžeme vystačit pouze s jedním pruhem. Impuls, který představuje obrazový signál uvažovaného pruhu, musí na obou stranách přesahovat snímkový synchronizační impuls tak, jak je to znázorněno na obr. 95. Na obr. 96 je potom uvedeno skutečné zapojení. Na první pohled je vidět, že se jedná o obrazový generátor, který je použit v základním zapojení. Svislá poloha pruhu je určena nastavením trimru R_1 a šířka je určena časovou konstantou R_5, C_5 .

Výstupní signál z obrazového generátoru je použit jednak k modulaci v frekvenci (bod A), jednak k ovládání stavu klopného obvodu BO_1 . Jak je vidět z obr. 96, klopný obvod BO_1 je zapojen jako dělič dvěma



Obr. 95. Časový průběh impulsů při modifikovaném zapojení obvodu pro odraz míče od vrchního a spodního okraje obrazovky



Obr. 96. Modifikované zapojení obvodu pro odraz míče od vrchního a spodního okraje obrazovky

(výstup Q je propojen se vstupem D). To znamená, že po každém hodinovém impulsu se stav obvodu BO_1 bude měnit. K ovládání hodinového vstupu obvodu BO_1 jsou použita hradla $10a, 10b$. Na jeden vstup hradla $10a$ je přiveden obrazový signál míče a na druhý vstup je přiveden obrazový signál pruhu, od kterého se má míč odrážet. Výstupní úroveň hradla $10a$ se tedy změní, vyskytnou-li se na jeho vstupech uvažované obrazové signály současně. V důsledku toho se tedy změní stav obvodu BO_1 a míč se odráží.

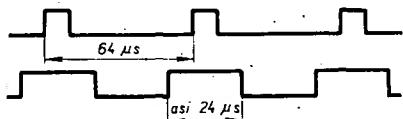
Zde je ovšem nutné poznamenat, že výše naznačeným způsobem můžeme dosáhnout efektivnějšího odrazu míče než jak byl popsán, ovšem na druhé straně ztrácíme možnost předvolby směru svislé složky pohybu míče po zásahu raketou (nemáme totiž v tomto případě volné vstupy T a D, nutné pro předvolbu). Každý konstruktér si musí tedy sám rozvážit, čemu dá přednost.

Ohraničení hracího pole zleva a zprava

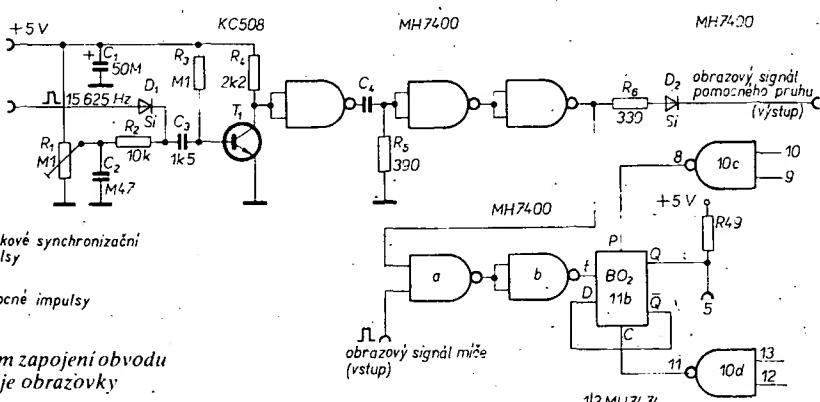
Hrací pole v základním zapojení je ohraničeno zleva a zprava pouze omezením rozsahu ovládacího napětí pro zpožďovací obvod ZO_1 v modulu B. V důsledku toho se míč nemůže dostat mimo viditelnou část obrazovky. Jak bylo již dříve řečeno, bude se míč v tomto případě pohybovat střídavě nahoru a dolu při levém nebo pravém okraji obrazovky. Hra je potom zahájena stlačením spínače „podání“. Zde je právě možnost realizovat další variantu hry. Podobným způsobem jako se odráží míč od horního a spodního okraje obrazovky, je možno uskutečnit odraz od levého a pravého okraje. To znamená, že míč bude stále uprostřed hracího pole, které je v tomto případě vymezeno čtyřmi okraji obrazovky a míč se po odrazu bude vždy vracet zpět do

hracího pole. Úkolem hráčů je (stejně jako u základního zapojení) zasáhnout raketou letící míč, pak se ten odráží od levého nebo pravého okraje obrazovky zpět směrem k protihráči. To znamená, že odpadne spínač „podání“, neboť po nezdařeném pokusu jednoho z hráčů není hra přerušena. V této variantě je tedy nutné započítávat všechny úspěšné zásahy jednotlivých hráčů. Za tímto účelem můžeme jednoduše připojit čítače impulsů (zásahů) na výstup hradla $10c$ pro jednoho hráče a na výstup hradla $10d$ pro druhého hráče. Výhodou této varianty je tedy ta skutečnost, že hra není přerušena po nezdařeném zásahu jednoho z hráčů a dále možnost průběžně automaticky počítat stav zápasu. Nebudeměli využívat průběžné počítání stavu zápasu, není nutné, aby byl použitý čítač vybaven displejem. V tomto případě postačí pouze, aby čítač signalizoval dosažení určitého počtu zásahů (např. deset). Při dosažení zvoleného počtu zásahů je hra ukončena a vítězí ten hráč, který jako první tohoto počtu dosáhl.

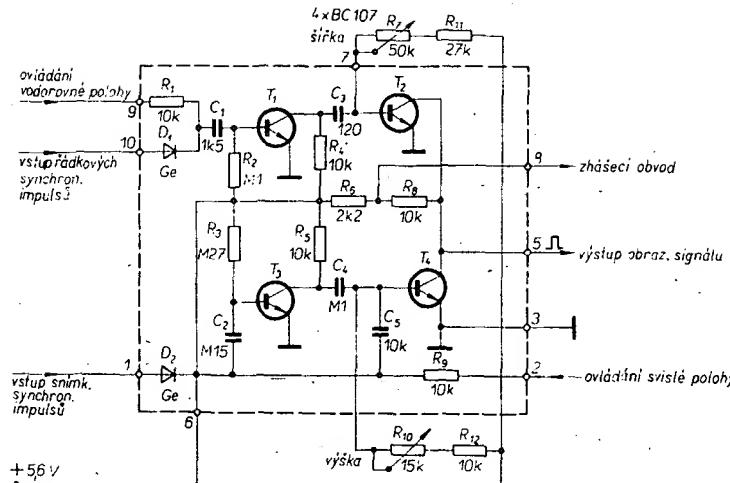
K odrazu míče u levé a pravé strany obrazovky můžeme využít stejného principu jako u modifikovaného zapojení pro odraz míče od vrchního a spodního okraje obrazovky. Budeme k tomu potřebovat obrazový generátor svislého bílého pruhu, jehož poloha a šířka vzhledem k rádkovému synchronizačnímu impulsu je znázorněna na obr. 97. Na obr. 98 je uvedeno skutečné zapojení.



Obr. 97. Časový průběh impulsů při odrazu míče od levého a pravého okraje obrazovky



Obr. 98. Zapojení obvodu pro odraz míče od levého a pravého okraje obrazovky



Obr. 101. Zapojení obrazového generátoru s tranzistory

obrazových generátorů s integrovanými obvodami. To znamená, že na velikosti ovládacího napětí, které je přivedeno přes odpor R_1 , na katodu diody D_1 bude záviset časové zpoždění záporného impulsu na kolektoru tranzistoru T_1 (dobu zpoždění zde uvažujeme vzhledem k rádkovému synchronizačnímu impulsu, který je přiveden na anodu diody D_1). Kondenzátor C_3 se vlivem derivačního charakteru obvodu $R_{BE}C_3$ (R_{BE} je odpor dráhy báze-emitor tranzistoru T_2 , který je ve vodivém stavu) při sestupné (týlové) hranič rádkového synchronizačního impulsu nabije záporným napětím a tranzistor T_2 se uzavře. Výstupní napětí na kolektoru T_2 bude mít tedy stejnou úroveň jakou má napájecí napětí. Kondenzátor C_3 se dále začne přes odpor R_7 a R_{11} nabíjet napětím opačné polarity. Dosáhne-li napětí na kondenzátoru C_3 asi $0,5$ V, tranzistor T_2 se otevře a jeho kolektorevé napětí se zmenší k nule. Délka kladného impulsu na kolektoru T_2 je tedy určena časovou konstantou R_7, R_{11}, C_3 .

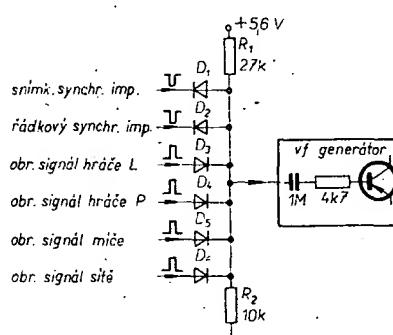
Podobným způsobem, jakým pracuje generátor svislého pruhu, pracuje i generátor vodorovného pruhu s tranzistory T_3 a T_4 . Vzhledem k tomu, že se v tomto případě jedná o prodloužení impulsu (vstupní snímkový synchronizační impuls má délku asi 280 μ s, zatímco požadovaný výstupní impuls má délku přibližně asi 1 ms), je zde zavedena vazba kondenzátorem C_5 , která zajišťuje správnou funkci tohoto generátoru.

Jak je vidět z obr. 101, tranzistory T_2 a T_4 mají společný kolektorový odpor (R_8 , R_6). V důsledku toho bude mít výstupní napětí úrovně napájecího napětí pouze v tom případě, budou-li oba tranzistory v nevodivém stavu. To znamená, že tranzistory zde plní funkci hradla NOR – proto bude na výstupu kladný impuls, který odpovídá průniku svislého a vodorovného pruhu.

Trimrem R_7 je možno nastavit šířku a trimrem R_{10} výšku maket hráčů a míče na obrazovce televizoru.

Slučovací obvod

Ke sloučení všech obrazových signálů a synchronizačních impulsů můžeme použít stejně zapojení, jaké bylo uvedeno v TV tenisu. Na obr. 102 je modifikované zapojení slúčovacího obvodu, vhodného pro tranzistorovou verzi. Předpětí použitých diod (odpory R_1 a R_2) zaručuje, že amplituda kladných impulsů z obrazových generátorů bude mít maximálně úroveň napájecího napětí a mini-

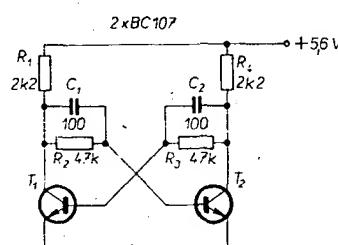


Obr. 102. Zapojení slúčovacího obvodu

málně úroveň předpřeti diod (úroveň černé barvy). Záporné synchronizační impulsy budou maximálně na úrovni nuly a minimálně na úrovni černé. Výsledný signál ze slučovacího obvodu je dále použit k modulaci vysokofrekvenčního generátoru.

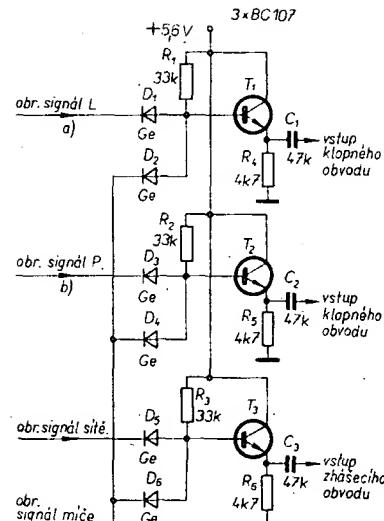
Obvody ovládající pohyb míče

Podobně jako při použití integrovaných obvodů je k ovládání pohybu mícé použití bistabilní klopový obvod. Napěťový skok na výstupu klopového obvodu (při změně jeho stavu) je přiveden na vstup integrátoru. Na výstupu integrátoru bude potom napětí, jež hož průběh v závislosti na času bude mít přibližně pilovitý průběh. Takto získaným napětím jsou pak ovládány zpožďovací obvody v obrazových generátořech. Na obr. 103 je



Obr. 103. Zapojení bistabilního klopného obvodu s tranzistory

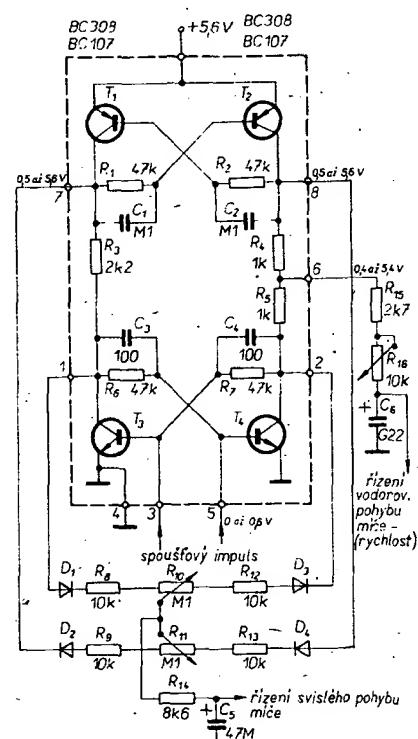
zapojení bistabilního klopného obvodu s tranzistory. Jak je na prvý pohled vidět, jedná se o zcela běžné zapojení symetrického bistabilního klopného obvodu. Tento klopný obvod je ovládán kladnými impulsy, které jsou přivedeny na báze tranzistorů T_1 a T_2 . Ovládající kladné impulsy obdržíme z obvodů, které vyhodnocují dotyk míče s raketou.



Obr. 104. Diodové hradlo AND

levého nebo pravého hráče. Na obr. 104 je uvedeno zapojení jednoduchého diodového hradla AND. Tranzistory T_1 , T_2 , T_3 pracují pouze jako oddělovací členy. Vyskytne-li se například na obou vstupech hradla a) současně kladný impuls (dotyk míče s raketou levého hráče), objeví se kladný impuls i na výstupu tohoto hradla. Tento kladný impuls pak způsobí změnu stavu bistabilního klopného obvodu a v důsledku toho se míč začne pohybovat obráceným směrem. (Podrobně vysvětlené bylo uvedeno iž dříve).

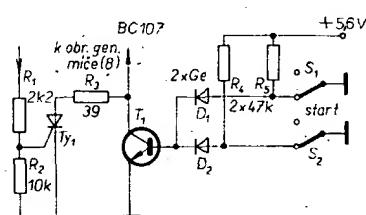
Požadujeme-li automatický pohyb míče ve svém i vodorovném směru, budeme potřebovat stejně jako v integrovaném provedení tyto klopné obvody dva. Pokud nám bude stačit pouze jeden pohyb automatický, např. vodorovný, vystačíme pouze s jedním klopným obvodem. V tomto případě je výhodnější varianta bistabilního klopného obvodu uvedená na obr. 105, v níž se používají dva klopné obvody s tranzistory $p-n-p$ a $n-p-n$, spojené v sérii, takže tvoří vlastně můstkové zapojení. Komplementární páry T_1 a T_3



Obr. 105. Můstkové zapojení bistabilního klopného obvodu

(nebo T_2 a T_4) jsou vždy současně ve vodivém nebo nevodivém stavu. Klopý obvod lze překlápat kladnými impulsy, přivedenými na báze T_3 a T_4 . Současně se změnou stavu klopňového obvodu, tj. se změnou smyslu vodorovného směru pohybu míče, se přepíná řízení svislé polohy míče (potenciometry R_{10} a R_{11}) na hrací pult protihráče, který může s míčem pohybovat a ztižit tak zásah protihráče.

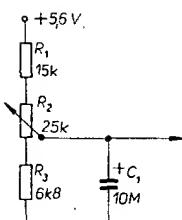
Ručně řídit svíslou složku pohybu míče je vhodné ve hře, která svým způsobem simuluje skutečnou sportovní hru – odbíjenou. V této herní variantě je použit ještě navíc jeden obrazový generátor, který ve středu obrazovky vytváří bílý střední pruh (sítí) asi do její poloviční výšky. Při této hře je důležité nejen zasáhnout letící míč, ale také jej po zásahu „přehrát“ přes sítí na stranu protihráče. Dotyk míče se sítí budeme povážovat za chybý bod. K vyhodnocení dotyku míče se sítí můžeme použít stejný obvod, jaký byl použit k vyhodnocení dotyku míče s hráčem. Impuls, který získáme při dotyku míče se sítí, můžeme dále použít k vybavení záhodějšího obvodu (obr. 106). Po přivedení



Obr. 106. Zapojení zhášecího obvodu

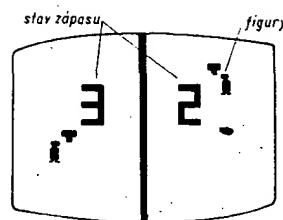
kladného řídicího impulsu na řídící elektrodu tyristoru T_1 přejde tyristor do vodivého stavu a zkratuje tak signál na výstupu obrazového generátoru míče. Výsledkem bude, že míč zmizí z obrazovky (po dotyku míče se sítí).

Hra může být potom znova zahájena sepnutím spínače S_1 (nebo S_2) na ovládacím pultu některého z hráčů. Stisknutím některého z uvedených spináčů tlačítka se dostane tranzistor T_1 do vodivého stavu. To znamená, že se napětí na jeho kolektoru a tím i také na anodě tyristoru T_y zmenší na nulu. Nulové napětí na anodě tyristoru T_y znamená, že tyristor přejde do nevodivého stavu a měří se stane opět viditelný na obrazovce televize.



Obr. 107. Zapojení potenciometrů, které ovládají svislou a vodorovnou polohu raket

značně menší spotřebu, lze přístroj napájet z baterie. Je to výhodné jak z hlediska snadného připojení, tak i z hlediska bezpečnosti samotných hráčů. Celkový střední odber není větší než 20 mA. Napětí šesti malých monočlánků může být stabilizováno sériovým stabilizátorem na 5,6 V, což umožňuje provoz i při dosti vybitých bateriích, které tak mohou být využity až do úplného vyčerpání kapacity. Z jedné sady baterií je možno přístroj provozovat více než 100 hodin. -



Obr. 109. Pohled na obrazovku při hře s přístrojem *Odyssey 500*

Podobný přístroj zde vystavovala i firma National Semiconductor pod názvem Adversary.

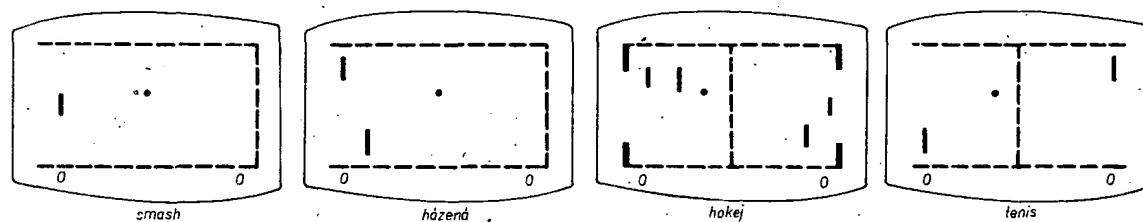
Že digitální zobrazení stavu zápasu přímo na obrazovce televizoru není záležitost nikterak levná, dokumentovala firma Videomaster z Anglie. Tato firma zde vystavovala jednak přístroj nazvaný Videomaster Rallye, který umožňuje hrát čtyři hry a jednak další přístroj pod názvem Videomaster Olympic, který umožňuje hrát 7 her. Stav zápasu se na těchto přístrojích počítá ručně pomocí jednoduchých mechanických počítačů.

Mimo počet her, které lze na jednotlivých přístrojích hrát, liší se přístroje navzájem též způsobem, jak je možno jednotlivé hry hrát. Tak např. u některých přístrojů je možno volit úhel odrazu míče po zásahu raketou, rychlosť míče po zásahu (síla úderu) atd. Tato volba se ponechává buď na hráči, nebo probíhá automaticky.

probíhá automaticky. Některé z vystavovaných televizních her jsou též vyráběny jako mincovní automaty. Tyto hry se hrají na barevném televizoru. Stav zápasu je zobrazen přímo na obrazovce. Tyto hry jsou většinou vybaveny automatickou, která zvětšuje rychlosť míče po zásahu. Zástupcem těchto přístrojů je „Super Pong“ firmy Atari Inc. Cena přístroje je asi 90 dolarů.

Kromě běžných her byl předváděn přístroj Indy 500, který simuluje automobilové závody. Stylistizované makety aut (obr. 110) se pohybují svisele po obrazovce. Hráč závodník pak změnou rychlosti auta ovládá pohyb svého vozu tak, aby nedošlo ke srážce. Každá srážka je digitálně indikována přímo na obrazovce televizoru.

Předcházející typy přístrojů jsou ve většině případů konstruovány tak, že je možno s nimi hrát asi čtyři různé hry. Je to dáné tím, že většina přístrojů je osazena stejnými, nebo podobnými integrovanými obvody. Zde se



Obr. 108. Vnější vzhled některých televizních her

ru. Současně se sepnutím spínače ve zhášecím obvodě je nutné také sepnout kontakty spínače v obvodu klopného obvodu. Tímto způsobem je totiž zaručeno, že se po vzbavení tlačítka „start“ můžete pohybovat směrem k soungefové straně.

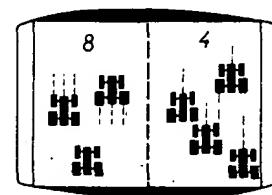
Konečně na obr. 107 je uvedeno zapojení potenciometrů, které ovládají vodorovnou a svislou polohu hráčů (raket).

Nápljení televizní hry s tranzistory

Vzhledem k tomu, že je přístroj osazen diskrétními součástkami, které mají vzhledem k číslicovým integrovaným obvodům

míče. U *Odyssey 300* je jen jeden knoflík, kterým se ovládá svislá poloha makety hráče, zatímco u modelu *Odyssey 400* lze ovládat jak svislou, tak vodorovnou polohu makety a dále už lze stejně jako u *Odyssey 300* ovládat pohyb míče během hry. Hrací pole je vždy vymezeno čtyřmi pruhy. Model *Odyssey 500* má navíc stylizované provedení maket hráčů (obr. 109).

S přístrojem Telstar od firmy Coleco se mohou hrát tři hry: tenis, hokej a házená. Hráči mohou při hře volit vždy jednu ze tří rychlostí pohybu míče. Poloha maket hráče na obrazovce se ovládá jedním knoflikem. Přístroj se dodává buď s bateriovým napájením (45 dolarů), nebo s napájením síťovým (49 dolarů).



Obr. 110. Pohled na obrazovku při hře s přístrojem Indy 500

že velký skok dopředu učinila firma Fairchild, která na výstavě v Chicagu předváděla přístroj, jehož základem je paměť ROM. V paměti je pak pevně uložen program asi pro čtyři různé hry. Samotná paměť je uložena v kazetě, která je konstruována jako výmenný díl. To znamená, že výměnou kazety se získá možnost hrát na stejném přístroji další hry. Firma Fairchild předpokládá, že na vánoce 1976 bude moći dodat na trh čtyři kazety a se základní pamětí se tak bude moći hrát 17 her. První z kazet byla ohlášena již na srpen 1976. Cena základního přístroje je asi 100 až 150 dolarů. Cena výmenné kazety je 20 dolarů.

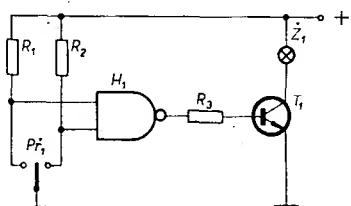
Konstruktérům, kteří se chtějí s různými typy televizních her seznámit hlouběji, je možno doporučit literaturu [24], [25], [26], [27]. Tato literatura bude ovšem ve většině případů sloužit pouze jenom jako zdroj námětů k různým herním variantám a nikoli jako stávění návody. V konstrukcích jsou totiž použity aktívni prvky, které ve většině případů nemají zatím ve výrobním programu n. p. TESLA ekvivalenty.

Dodatek

Přípravek pro zkoušení číslicových integrovaných obvodů MH7400

Ze schémat zapojení a materiálových rozpisůk konstrukčního návodu na televizní hru je patrné, že finančně nejnákladnější položku tvoří číslicové integrované obvody MH7400 (celkem 11 kusů). Náklady na jejich pořízení můžeme do značné míry snížit zakoupením téhoto obvodu v různých bazarech, případně v rožnovské prodejně mimo-tolerantních součástek – pak je ovšem nezbytné kvalitu takto získaných obvodů před jejich zapojením do destiček s plošnými spoji nějakým způsobem ověřit, neboť při vyjímání vadného obvodu by patrně došlo ke značnému poškození spojů na destičce. S dále popsaným přípravkem můžeme jednoduše přezkoušet základní funkce obvodu MH7400.

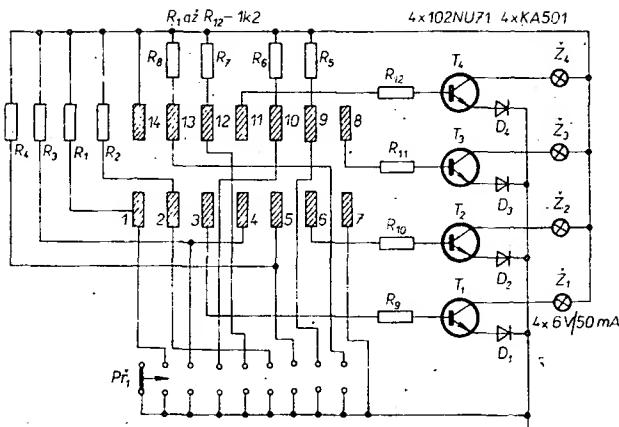
Při zkoušce se měří jednotlivá hradla integrovaného obvodu ve statickém režimu (obr. 111). Vstupy každého hradla jsou při



Obr. 111. Zapojení pro měření hradel ve statickém režimu

zkoušce připojeny přes odpory R_1 a R_2 na úroveň log. 1, takže na výstupu je úroveň log. 0. V tom případě tranzistor T_1 nepovede a žárovka, zapojená v jeho kolektoru, nesvítí. Jakmile však přivedeme na některý ze vstupů napětí úrovně log. 0, přejde výstup na úroveň log. 1 a žárovka se rozsvítí. Jak je vidět ze zapojení vlastního zkoušebního přípravku na obr. 112, má výstup každého hradla svůj vlastní tranzistor se žárovkou. Vstupy jednotlivých hradel se připojují na úroveň log. 0 přepínačem $Př$. V první poloze přepínače nesmí svítit žádná ze žárovek. V dalších polohách se mají postupně rozsvítet jedna žárovka za druhou tak, jak se přepínačem

Obr. 112. Zapojení přípravku k měření obvodů MH7400



uzemňují příslušné vstupy jednotlivých hradel.

K napájení přípravku stačí jednoduchý stabilizátor, popsaný podrobně v [28] – pokud budeme přípravek napájet přes transformátor ze sitě. Stejně dobré však k napájení postačuje čerstvá plochá baterie. Celý přípravek snadno umístíme do bakelitové krabičky B6. Na horní plochu krabičky přilepíme epoxidový lepidlo konektor pro zasouvání zkoušených obvodů, vývody konektoru prostrčíme předem vyvrťanými otvory do vnitřku skřínky, kde je propojíme s ostatními obvody (s přepínačem, signalizačními obvody atd.).

Sonda pro zkoušení funkce logických obvodů

Při oživování nejrůznějších zapojení sestavených z číslicových integrovaných obvodů se osvědčuje (a proto také velmi často používá) tzv. logická sonda. Značné množství výrobčů ve světě vyrábí velmi široký sortiment téhoto sond, od nejjednodušších (umožňujících pouze identifikovat, zda v určitém bodě, na který se přiloží hrot sondy, je úroveň log. 0 nebo log. 1) až po velmi složité (které umožňují sledovat činnost celého integrovaného obvodu najednou).

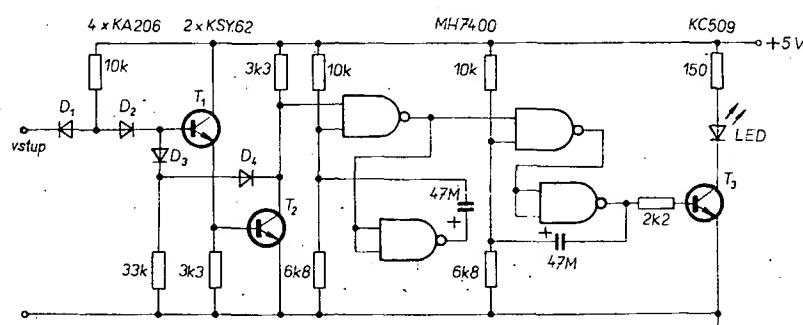
Pro usnadnění práce při vývoji a zkoušení obvodů televizní hry jsme si vyrábili podle informací v literatuře [29], [30], [31] sondu, která je velmi užitečná a přitom díky jednoduchému zapojení poměrně snadno realizovatelná. Sondou je možné rychle identifikovat ve sledovaném zapojení logické úrovně. Jak je zde schématu na obr. 113 vidět, obsahuje zapojení dva monostabilní klopné obvody s časovou konstantou asi 0,2 s. S jejich pomocí můžeme tedy sledovat kladné i záporné impulsy, i když je jejich šířka řádu desítek nanosekund. To umožňuje nejen prověřovat činnost různých generátorů periodických impulsů, ale také sledovat ojedinělé impulsy, jejichž zachycení osciloskopem může být někdy značně obtížné.

Díky využití nových součástek (odpory řady TR 191 a kapkové tantalové elektrolytické kondenzátory) se nám podařilo zapojení realizovat v pouzdrou přijatelných rozměrů. Vnější průměr duralové trubky, která tvoří pouzdro sondy, je 16 mm, délka sondy je 100 mm. K indikaci jsme použili luminiscenční diodu, umístěnou v hlavici sondy u dotykového hrotu. Lepší představu je možné získat z fotografie, uvedené na obálce časopisu.

Podrobným popisem zapojení sondy ani principem činnosti jsme se úmyslně nezabývali, zájemci jej nalezou v citované literatuře.

Literatura

- [1] Igorev, B.; Komsik, D.: Igrajúšciejje automaty. Radio (SSSR) č. 5/1975, s. 48.
- [2] Coles, D.: Battle Chess. Practical Electronics, srpen 1973, s. 664.
- [3] Garusieievic, T.: Wojna szachowa-gra elektroniczna. Radioamator i krótkofalowiec č. 10/1975, s. 219.
- [4] Bless, G.: Elektronisches Tischfussballspiel. Funkschau č. 14/1975, s. 91.
- [5] Fernseh-Zusatzerät ermöglicht Spiele. Funktechnik č. 13/1972, s. 464.
- [6] Roth, K.: Fernsehbildschirm jetzt auch Spielfeld. Funktechnik č. 17/1973 s. 626.
- [7] Bless, G.: Odyssee, ein elektronischer Spielsimulator. Funktechnik č. 24/1973, s. 928 až 933.
- [8] Televizní obrazovka hřištěm. Sdělovací technika č. 12/1974, s. 475.
- [9] Němeček, J.: Celostátní televizní alfabetickej informační systém. Sdělovací technika č. 6/1972, s. 226.
- [10] Přesný čas na televizoru. Sdělovací technika č. 5/1972, s. 196.
- [11] Má domácí faksimile budoucnost? Sdělovací technika č. 2/1972, s. 67 až 69.
- [12] Home TV game chip plays six games. Electronics č. 24/1975, s. 46, 48.



Obr. 113. Zapojení logické sondy

[13] *Havelka, J.*: Televize. SNTL: Praha, 1956.

[14] *Oravský, D.; Svatoň, V.; Vomela, L.*: Televizní obvody. SNTL: Praha 1964.

[15] Aktivní stavební prvky. Informační publikace n. p. TESLA Rožnov.

[16] *Nye, A.*: Simple current-limited stabilizer. *Wireless World* č. 1452/1973.

[17] *Lubcke, B.; Itzehoe, D.*: Bildschirm – Tennis. *Elektor*, říjen 1974, s. 10 až 50.

[18] *TV – Tenis*, *Elektor*, listopad 1975 s. 1113.

[19] *TV – Tenis*. *Elektor*, duben 1976, s. 4 až 46.

[20] *TV – Tenis*. *Elektor*, květen 1976, s. 5 až 32.

[21] *Říha, J.*: Generátor mříží. *Příloha AR* 1975.

[22] *Vančáta, M.*: Konvertor pro II. TV program. *Příloha AR* 1975.

[23] Fernsehspiele, die Aktion von 1976.

[24] *Stechler, L.*: TV games at home. *Radio-Electronics*, prosinec 1975, s. 29.

[25] *Pichulo, R.*: Build this great TV game. *Radio-Electronics*, červen 1976, s. 35, červenec 1976, s. 56.

[26] *Waite, M.; Brown, L.*: TV-Electronic game projects. *Popular Electronics*, duben 1976, s. 75.

[27] *Weisbecher, J.*: Build space-war game. *Popular Electronics*, duben 1976, s. 41.

[28] AR 4/76, řada B.

[29] Technické zprávy n. p. TESLA Rožnov: Příklady použití číslicových integrovaných obvodů.

[30] *Integrované obvody a jejich použití*. VÚMS: Praha 1974.

[31] *Zima, J.*: Číslicová technika. RK č. 6/1971.

Seznam součástek

Modul generátoru synchronizačních impulsů

Odpory	
R_1	TR 151 5k6, 5,6 kΩ
R_2	TR 151 820, 820 Ω
R_3	trimr TP 111 4k7, 4,7 kΩ
R_4, R_{10}	TR 151 390, 390 Ω
R_5, R_{12}	TR 151 33k, 33 kΩ
R_6, R_{13}	TR 151 4k7, 4,7 kΩ
R_7, R_{15}	TR 151 1k, 1 kΩ
R_8	TR 151 220, 220 Ω
R_9	TR 151 2k7, 2,7 kΩ
R_{11}	TR 151 100, 82 Ω
R_{14}	TR 151 1k8, 1,8 kΩ

Kondenzátory	
C_1, C_2	TK 783 15n, 15 nF
C_3	TK 783 10n, 10 nF
C_4	TE 124 1M5, 1,5 μF
C_5	TE 981 50M, 50 μF

Integrované obvody	
IO_1, IO_2, IO_3	MH7400

Tranzistory

T_1, T_2	KC508
------------	-------

Diody

D_1, D_3, D_4, D_5	KA501
D_2	KZ141

Konektor řadový WK 46206

Deska s plošnými spoji L 203

Modul generátoru obrazu mřížce

Odpory	
R_{17}, R_{22}	TR 151 2k7, 2,7 kΩ
R_{18}, R_{23}	TR 151 10k, 10 kΩ
R_{19}, R_{24}	TR 151 1M, 100 kΩ
R_{20}, R_{25}	TR 151 2k2, 2,2 kΩ
R_{21}	TR 151 270, 270 Ω
R_{26}	TR 151 390, 390 Ω
R_{27}, R_{28}	TR 151 1k, 1 kΩ

Kondenzátory

C_6	TE 981 50M, 50 μF
C_7, C_{10}	TE 152 50M, 50 μF
C_8	TK 783 1n5, 1,5 nF

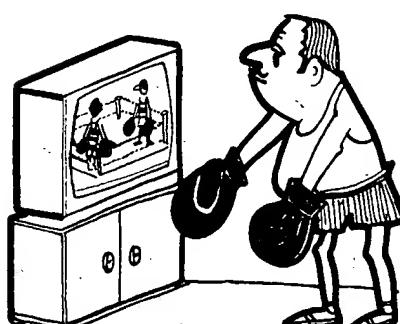
C_9	TK 783 4n7, 4,7 nF	Napájecí modul
C_{11}	TK 782 M15, 0,15 μF (tři paralelně)	<i>Odpory</i>
C_{12}	TE 125 1M, 1 μF	R_{60}
		R_{61}
		R_{62}
		R_{63}
		R_{64}
		TR 151 2k2, 2,2 kΩ
		TR 151 1k, 1 kΩ
		TR 151 4k7, 4,7 kΩ
		TR 151 1k5, 1,5 kΩ
		TR 144 1j5, 1,5 Ω
		TE 984 1G, 1000 μF
		TE 002 50M, 50 μF
		TK 783 1n, 1 nF
		TE 981 G2, 200 μF

Moduly generátorů obrazu raket

Odpory		Moduly generátorů obrazu raket
R_{29}, R_{33}, R_{37}	TR 151 10k, 10 kΩ	
R_{41}	TR 151 M1, 0,1 MΩ	
R_{30}, R_{34}, R_{38}	TR 151 2k2, 2,2 kΩ	
R_{42}	TR 151 270, 270 Ω	
R_{31}, R_{35}, R_{39}	TR 151 390, 390 Ω	
R_{43}	TR 124 4M7, 4,7 μF	
R_{32}, R_{40}	TR 151 1k, 1 kΩ	
R_{36}, R_{44}	TR 151 2k7, 2,7 kΩ	
		Integrovaný obvod
		IO_{13}
		MAA723H
		Tranzistor
		T_{16}
		KU602
		Diody
		$D_{21} až D_{24}$
		KY130/80
		Konektor řadový WK 46206
		Deska s plošnými spoji L 204
		Vf modul
		Odpory
		R_{53}, R_{54}
		TR 151 1k5, 1,5 kΩ
		R_{55}
		TR 151 3k9, 3,9 kΩ
		R_{56}
		TR 151 1k, 1 kΩ
		R_{57}
		TR 151 10k, 10 kΩ
		R_{58}
		TR 151 5k6, 5,6 kΩ
		R_{59}
		TR 151 100, 100 Ω
		Kondenzátory
		C_{13}, C_{20}
		TK 981 50M, 50 μF
		C_{14}, C_{17}, C_{18}
		TK 782 M15, 0,15 μF
		C_{21}, C_{24}, C_{25}
		(tři paralelně)
		C_{15}, C_{22}
		TK 783 1n5, 1,5 nF
		C_{19}, C_{26}
		TE 124 4M7, 4,7 μF
		Integrovaný obvod
		$IO_8 až IO_9$
		MH7400
		Tranzistory
		$T_9 až T_{12}$
		KC508
		Diody
		$D_{17} až D_{16}$
		KA501
		Konektory řadové WK 46206
		Deska s plošnými spoji L 205
		Cívky
		L_1
		4 z drátu o Ø 1 mm
		L_2
		viz text
		Tranzistor
		T_{15}
		GF507
		Konektor řadový WK 46206
		Deska s plošnými spoji L 202
		Ovládací panely
		Odpory
		R_{70}
		trimr TP 111 15k, 15 kΩ
		R_{71}
		TR 151 27k, 27 kΩ
		R_{72}, R_{76}, R_{79}
		potenciometr tahový 10 kΩ
		R_{83}
		lineární
		R_{73}
		TR 151 10k, 10 kΩ
		R_{74}
		TR 151 M15, 0,15 MΩ
		R_{75}
		TR 151 10k, 10 kΩ
		R_{77}
		trimr TP 111 M1, 0,1 MΩ
		R_{78}
		TR 151 50k, 50 kΩ
		R_{80}
		TR 151 5k6, 5,6 kΩ
		R_{81}
		TR 151 6k8, 6,8 kΩ
		R_{82}
		TR 151 10k, 10 kΩ
		Kondenzátory
		C_{43}
		TK 782 M15, 0,15 μF
		C_{44}
		TE 984 5M, 5 μF
		Tlačítkové spínače
		$S_1 až S_4$
		viz text

Součástky, umístěné ve skřínce přístroje

Odpory	
R_{65}, R_{68}	potenciometr TP.052 1k5, 1,5 kΩ
R_{16}	potenciometr TP 052 10k, 10 kΩ
R_{66}, R_{67}	TR 151 1k, 1 kΩ
R_{69}	TR 151 10k, 10 kΩ
	Ostatní součásti
	Transformátor viz text
	Konektory řadové WK 46 516
	Síťový páčkový spínač



Kontrolní doutnavka
 Konektor souosý (koaxiální) viz text
 Pojistkové pouzdro
 Přístrojové knoflíky WF 24303
 Konektory pětikolikové viz text
 Flexošňůra síťová třípramenná
 Nf šňůry pětikolikové
 Účastnická šňůra televizního rozvodu STA
 Deska s plošnými spoji L 207 pomocného modulu

Několik poznámek k propojení konektorů jednotlivých modulů

Ke snazšímu propojení kontaktů jednotlivých konektorů modulů (obr. 68) je dále uvedena tabulka (tab. 4), v níž jsou čísla kontaktů jednotlivých konektorů s vysvětlením, jaký signál se na ně přivádí. Dále je v tabulce uveden i vhodný průměr drátku k propojení jednotlivých kontaktů. Tabulka by také měla usnadnit oživení a správné nastavení jednotlivých modulů.

Na tomto místě je vhodné upozornit, že jak zem vlastního přístroje, tak i souosý konektor jsou galvanicky odděleny od kovové skřínky přístroje. Souosý konektor je propojen s modulem F souosým kablíkem o \varnothing 3 mm, zem na destičce modulu F je propojena vodičem o \varnothing 1 mm s vnější částí souosého konektoru.

Tab. 4.

	Modul							\varnothing vodiče
	A	C	D	B	E	F	G	
Napájecí napětí +5 V	8,9	6,9	6,9	7,11	11	3,4	9,10	1,5
Vstup ref. napětí	—	—	—	—	—	—	7,8	0,5
Snímkové synchr. impulsy	10,11	10	10	10	—	—	—	1,0
Snímkové synchr. impulsy	6,7	—	—	—	8	—	—	1,0
Řádkové synchr. impulsy	12	5	5	4	—	—	—	1,0
Synchro. směs a obrazové signály	4,5	8	8	9	—	1,2	—	1,0
Obraz. signál levé rakety	—	7	—	—	12	—	—	1,0
Obraz. signál pravé rakety	—	—	7	—	1	—	—	1,0
Obraz. signál míče	—	—	—	8	9	—	—	1,0
Ovládání svislé polohy míče	—	—	—	—	1	4	—	0,5
Ovládání vodorovné polohy míče	—	—	—	—	6	5	—	0,5
Ovládání svislé polohy rakety	—	12	12	—	—	—	—	0,5
Ovládání vodorovné polohy rakety	—	4	4	—	—	—	—	0,5
Předvolba levého hráče	—	—	—	—	7	—	—	0,5
Předvolba pravého hráče	—	—	—	—	6	—	—	0,5
Výstup	—	—	—	—	—	9, 10, 12	—	souosý kablík
0V (zem)	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	11,12	1,2,3	1,5

POZOR!

Redakce ve spolupráci s prodejnou TESLA v Pardubických zajistila kompletní stavebnice televizního tenisu, jehož popis je v tomto AR-B. Stavebnice stojí přes 2000 Kčs (asi 2200 Kčs) včetně desek s plošnými spoji, síťového transformátoru, knoflíků, symetrikačního členu, signální kontrolky, síťového tlačítka a konektoru.

Adresa prodejny je: TESLA, Palackého 580, 530 00 Pardubice.
Stavebnice lze odebrat osobně nebo objednat na dohídku.

Vývoj a perspektivy elektroniky - mikroprocesory

V minulosti byla hlavní pozornost výrobců polovodičových součástek věnována vývoji integrovaných obvodů, které byly většinou přímou náhradou obvodů z diskrétních součástek. Postupem doby se však rozdíl mezi obvodovým zapojením klasicky řešených obvodů a integrovaných obvodů stále zvětšoval a vznikla celá řada obvodů se zcela originálním způsobem obvodového řešení. Objevy nových fyzikálních principů spolu s vývojem pokroku výrobních technologií umožnily vyrábít řadu zcela nových obvodů, které až dosud v klasickém provedení neexistovaly; např. různé druhy polovodičových pamětí, obvody pro elektronické kalkulačky, pro náramkové hodinky atd. Tento pokrok je nejvýraznější zejména v číslicových obvodech. Funkce starých typů číslicových obvodů je přímo určena při výrobě způsobem obvodového zapojení. Příkladem je větmi širokém měřítku propracovaná řada číslicových obvodů TTL typu SN74N ty Texas Instruments. Tato řada obsahuje velké množství základních logických obvodů, posuvních registrů, děličů kmitočtu, převodníků kódů, čítačů, sčítáček, multiplexérů atd. Celkem se jedná asi o 300 druhů obvodů a zřejmě je stále obtížnější vyvíjet stále nové obvody s jiným způsobem zapojení. Nemluvě již o technických otázkách by to vedlo k rozšíření sortimentu a k relativnímu zmenšování spotřeby (odbytu) již vyráběných obvodů. Dalším omezujícím činitelem je také to, že při dalším rozširování této řady by se vždy jednalo především o složitější specializované obvody, jejichž odbyt by až nebyl příliš značný.

Proto byly hledány nové cesty, jak rozšířit aplikovatelnost již vyráběných obvodů a to pomocí nových druhů obvodů (paměti

apod.). Výsledkem těchto snah jsou mikroprocesory. Při zjednodušeném pohledu můžeme mikroprocesor charakterizovat jakým velmi složitým číslicovým integrovaným obvodem LSI, u něhož lze řídit funkci pomocí programu. Tzn., že s jedním typem mikroprocesoru je možno řešit širokou oblast aplikací. Při stejně konfiguraci, tj. se stejnou deskou s plošnými spoji a stejným vnitřním uspořádáním základního přístroje je možno např. realizovat regulátor parní turbíny, řídící systém dopravníku, regulátor pápírenských strojů atd. Hlavní rozdíl v různých aplikacích mikroprocesorového systému bude tedy především v programu – programy se vytvářejí na základě znalosti specifických požadavků té či oné aplikace. Těžistě problémů se tedy přesouvá na vývoj software, tj. programového bezpečení aplikace. Naopak hardware, tj. obvodová nebo systémová konfigurace zůstává pro určitý rozsah aplikaci stejná, nebo se liší pouze různou kapacitou paměti RAM, ROM, popř. různým počtem vstupů k připojení různých periferických zařízení.

Hlavním rozdílem mikroprocesorových systémů proti systémům s pevně propojenou logikou je možnost programovat všechny funkce systému. Systémy s pevně propojenou logikou mají funkci určenu již při návrhu a vývoji systému a nelze ji změnit bez zmeny zapojení. Proto je třeba při každém novém vývoji navrhovat nové zapojení logických a sekvenčních obvodů, nové desky s plošnými spoji a většinou i nové konstrukční uspořádání přístroje.

U systému s mikroprocesorem se většinou pro nová použití při vývoji jiného přístroje vystačí s vývojem nového programu a s výměnou odpovídajících pamětí ROM programu. Mikroprocesorové systémy zásadně používají jako nosného media k uložení programu polovodičové paměti ROM. Výjimkou jsou přístroje, které se vyrábějí v malých sériích – u těch se používají i paměti PROM. Pro vývojové účely se pak používají

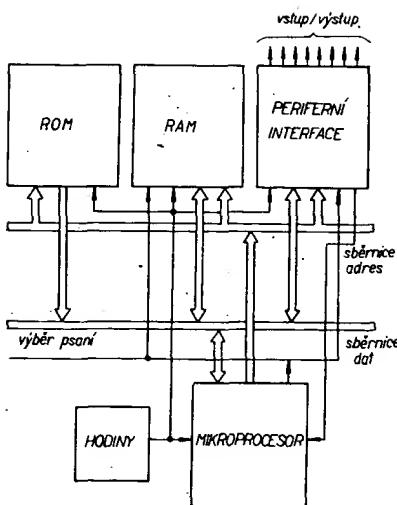
i paměti EPROM (reprogramovatelné), které lze po smazání obsahu ultrafialovým světlem znova použít "pro „nahráni“ nového programu.

Jen pro srovnání – u minipočítačů a u větších počítačů se naopak k uložení programu používají jiná média – páskové paměti, diskové paměti apod., případně se musí program vždy po novém zapnout počítače zavádět zvenčí.

Z hlediska systémové funkce představuje mikroprocesor polovodičovou centrální procesní jednotku (CPU) a je jednou z hlavních částí mikropočítače. Prvky mikroprocesoru jsou obvykle uloženy na jediném polovodičovém čipu nebo uvnitř společného pouzdra. Pouze v jedinčiných případech je mikroprocesor „rozložen“ na několika čipech. U mikroprocesoru pro mikropočítače s pevným instrukčním souborem je na čipu aritmeticko-ologická jednotka, řídící logická jednotka a řada univerzálních registrů pro přechodné uchování informací. V mikropočítačích s mikroprogramovanou soupravou obsahuje mikroprocesor navíc přídavnou řídící paměťovou jednotku.

Obsah pojmu mikroprocesor se však přizpůsobuje novému vývoji v technologii a postupně zahrnuje i další části mikropočítačového systému. Firma Intel např. uvedla v loňském roce na trh mikroprocesor 8048, který obsahuje na jednom čipu kromě centrální procesní jednotky i paměti EPROM pro program (s kapacitou 8 kbitů) a paměti RAM pro data (s kapacitou 512 bitů) a obvody pro vstup/výstup. Očekává se, že v další etapě bude kapacita paměti na čipu rozšířena a navíc se na čip uloží i převodníky A/D a D/A pro přímé připojení přístroje k regulačním obvodům. V dalším tento trend vyústí v řešení mikroprocesorů, které budou obsahovat na jednom čipu všechny hlavní části mikropočítače.

Mikroprocesorový systém je velmi jednoduchý v detailech a velmi složitý v celkovém



Obr. 1. Blokové schéma mikroprocesorového systému

pracovním režimu. Proto se pokusíme vyjádřit jeho hlavní funkční principy pomocí blokového schématu na obr. 1. Jednotlivé části systému jsou spojeny sběrnicemi. Sběrnice pro přenos adres bývají nejčastěji 16bitová, což znamená, že jde o 16 spojů, na nichž se mohou objevit signály o úrovni log. 0 nebo log. 1 v uspořádání odpovídajícím hodnotě adresy. Je-li např. všechny 16 vodičů na úrovni log. 1, má místo v nějaké paměti adresu 2^{15} . Při čtyřech adresových spojích se mohou vyskytovat adresy od 0 do 15 (binárně 0000 až 1111). Adresových spojů bývají většinou 12 až 16, pak lze tedy adresovat 4096 až 65 536 míst v paměti.

Adresní sběrnice jsou obvykle jednosměrné, neboť všechny údaje a adresy vydává mikroprocesor (přijímají se paměti nebo periferiemi zařízení).

Další signálovou cestou jsou sběrnice dat, které v systému s délkou slova 8 bitů obsahují 8 vodičů. Přes sběrnice dat se převádějí data oběma směry mezi všemi částmi systému.

Důležitou částí systému je generátor hodinových impulsů, který generuje spojity sled jednofázových až čtyřfázových impulsních průběhů, které slouží k synchronnímu řízení všech přenosů signálů v systému. U typického mikroprocesorového systému se mění informace na sběrnici adres během jedné poloviny hodinového cyklu a data se přenášejí během druhé poloviny. Pro přenos informací přes sběrnice musí mikroprocesor (příp. i některé další obvody) sledovat systémové hodinové impulsy, aby rozeznal, kdy se jaké informace musí přenášet, kdy vydávat nebo generovat data z periferiích zařízení nebo z centrální procesní jednotky.

Další částí systému je paměť programu, která obsahuje soubor instrukcí, nazývaný program. Podle použité paměti se na sběrnici dat objeví určité uspořádání úrovní log. 0 a log. 1. Na každé adresu se vybírá 8 bitů, které se objeví na sběrnici dat. V paměti ROM programu jsou instrukce ve formě dat uloženy v jednotlivých paměťových buňkách a to tak, že ke ztrátě dat nedojde ani při vypnutí napájecího napětí. Do paměti ROM jsou data zapsána již při výrobě volbou masky pro síť spojů. Tím se jednotlivé paměťové buňky nastaví podle požadovaného programu do stavů, odpovídajících úrovním log. 0 a log. 1.

Pro přechodné uchování vstupních dat, výsledků aritmetických nebo binárních operací apod. je v mikroprocesorových systémech používána paměť RAM. Data se většinou čtu a zapisují prostřednictvím mikroprocesoru. Tzn. že při zápisu do paměti RAM jdou po sběrnici dat z mikroprocesoru nejen data vypočtená mikroprocesorem, ale i data

ze vstupů systému. Obdobně platí uvedené i pro data, která potřebuje mikroprocesor pro své operace, nebo pro data, která se vysílají na výstupy systému a čtou z paměti do mikroprocesoru. Pouze ve zvláštních případech, kdy se pracuje s rychlými periferiemi a kdy jsou větší nároky na operační rychlosť systému, se používají speciální způsoby adresování paměti (DMA, který dovoluje přímý přenos dat mezi pamětí RAM a periferiemi). K rozlišení, zda má paměť RAM čist data ze sběrnice dat, nebo je má na sběrnici dat vydat, se používá signál čist/psát (R/W) nebo psát/výběr (write/select). Podle toho, zda jde o úrovňi log. 1 nebo log. 0, se paměť současně s adresováním nastavuje do režimu pro čtení na sběrnici nebo pro zápis ze sběrnice do paměti.

Pro styk s periferiemi obsahuje mikroprocesorový systém obvody vstup/výstup. Tyto obvody umožňují mikroprocesoru čist data např. z tlačítkové soupravy, testovat stav čidel a spínačů, zobrazovat pomocí tiskárny nebo na displeji výsledky operací mikroprocesorového systému atd. Přenos dat z mikroprocesoru do výstupních zařízení je obvykle vyvoláván signálem psát na spoj R/W, podobně jako při zápisu do paměti RAM. Každá soustava 8 vstupních nebo 8 výstupních spojů (nazývaná PORT) je určena adresou a mikroprocesor zapisuje data na tu adresu. Přestože je koncepcí řízení periferií jednoduchá, skutečný způsob řešení interface s periferiemi bývá poměrně složitý.

HLavní částí mikroprocesorového systému je mikroprocesor, který realizuje podle instrukcí z paměti ROM nejen různé výpočtové operace, ale i všechny manipulace s daty uvnitř centrální procesní jednotky i mezi různými částmi mikroprocesorového systému. Různé druhy mikroprocesorů mohou mít velmi rozdílnou architekturu vnitřního uspořádání obvodů. U většiny mikroprocesorů se však využívají podobných částí, které mají určitou ustálenou funkci.

Pro logické a aritmetické operace slouží aritmeticko-logickej jednotka, označovaná ALU. Jednotka zvládne operace např. se dvěma osmibitovými čísly. Výsledek této operace se ukládá do strádace, který je vytvořen jako osmibitový registr. Do strádace nebo strádace se též ukládají data, připravená pro zpracování aritmeticko-logickej jednotkou. Instrukce v tvaru binárního slova se z paměti ROM přivádějí přes sběrnice dat do části mikroprocesoru, která se nazývá registr instrukcí, v níž se uchovávají po přechodnou dobu. Ve vhodný okamžik se odtud přivádějí do dekódéru instrukcí. Dekódér instrukcí obsahuje složitý logický obvod, které dekódují instrukce a řídí přenos a nastavení funkcí různých částí mikroprocesoru. K připojení na sběrnice dat je mikroprocesor vybaven obvody vstup/výstup pro obousměrný přenos dat (z do mikroprocesoru). Na sběrnice adres se mikroprocesor připojuje pouze svými výstupy, takže pak stačí pouze jednosměrný vstupní zesilovaček.

Pro uchování adres podprogramů je v mikroprocesoru řada registrů, které se nazývají sklipky.

Další důležitou částí je řadič programu, který poskytuje adresy paměti ROM, z nichž se při krokování mikroprocesoru čte sled instrukcí nebo program. Řadič se často skládá ze dvou částí, tzv. část PCL obsahuje 8 dolních řádů adres a PCH část osm horních částí adresy. Řadič je v zásadě čítač, který zvětšuje (inkrementuje) svůj obsah po každé, když se instrukce připravuje z paměti programu.

Důležitou částí sklipkové paměti jsou ukazatel stavu sklipku a index-registry, které se obvykle vytvářejí z osmi vzorkovacích klopných obvodů typu D (LATCH). Tyto registry skladují data, která se používají k určení adresy v paměti dat.

V mikroprocesoru bývají ještě klopné obvody príznaku, do nichž se ukládají některé vybrané informace o výsledku operací v ALU. Nápr. informace o tom, že výsledkem operace je nula, záporné číslo atd.

Přenos informací uvnitř mikroprocesoru probíhá po soustavě vnitřních sběrnic a spojů. Podrobný rozbor je velmi náročný na místo a přesahuje možnosti AR-B.

Prvním výrobcem, který zahájil výrobu mikroprocesorů, byla v roce 1971 firma INTEL. Prvním mikroprocesorem byl čtyřbitový typ I4004. Kromě amerických firem vyrábí mikroprocesory zatím jen jedna jediná evropská firma (vlastní konstrukce, jde o firmu SGS-ATES) a asi dvě japonské firmy. Celkem je na světovém trhu k dispozici asi 80 různých mikroprocesorů.

V USA se vyrábějí mikroprocesory všemi dostupnými polovodičovými technologiemi. Nejvíce se uplatňuje technologie N-MOS s oběma mody kanálu. V posledních letech se však rychle rozvíjí vývoj a výroba mikroprocesorů se Schottkyho strukturami TTL nebo s vazbou ECL, případně s injekční integrovanou logikou (IL), vyráběných bipolárními technologiemi. Značná pozornost se též věnuje rozvoji mikroprocesorů CMOS.

Současný vývoj mikroprocesorů probíhá dvěma hlavními směry. Nejvíce jsou rozšířeny mikroprocesory, které pracují s pevným souborem instrukcí. U těchto mikroprocesorů je vždy využito určité specifické konstrukce dekódéru instrukcí, který je schopen zpracovat pouze určitý soubor instrukcí. Šířka tohoto souboru se podle druhu mikroprocesoru pohybuje od asi 40 do 150 instrukcí. Pod pojmem instrukce se zde rozumí určité povely ve formě binárního slova, jímž se řídí funkce mikroprocesoru. Jsou to např. instrukce pro zápis dat do paměti, pro přenos dat z jednoho vnitřního registru do druhého, přiřízení obsahu strádace k obsahu ALU apod. Většinou mají tyto instrukce za výsledek, že současně nebo po sobě dojde v mikroprocesoru k realizaci několika jednodušších úkonů. Tento druh mikroprocesorů je převážně řešen technologiemi MOS a pracuje s dobou (na provedení jedné instrukce) rádu několika mikrosekund.

Mnohem větší skupinu tvoří mikroprogramovatelné mikroprocesory. U těchto obvodů LSI si používají podle své potřeby vytváří vlastní instrukční soubor. Jsou mnohem náročnější na programování, avšak jsou nejméně o řád rychlejší, než mikroprocesory MOS.

O tom, jak náročná je technologie mikroprocesoru, si můžeme udělat představu ze strukturální složitosti. Např. mikroprocesor MC6800 fy Motorola (vyráběný již dva roky, technologie N-MOS) je složen asi ze 7000 tranzistorů, které jsou umístěny na destičce Si o ploše 25 mm^2 . Jiný, velmi populární mikroprocesor 18080 fy Intel obsahuje na jednom křemíkovém čipu asi 5500 tranzistorů MOS s kanálem typu n. Uvedené typy mikroprocesorů jsou však již v mnohem překonávají vývojem novějších druhů a typů; do budoucna se předpokládá, že do roku 1978 budou k dispozici mikroprocesory, které budou mít na společném čipu kromě CPU i paměť ROM s kapacitou 32 kbitů, paměť RAM s kapacitou 32 kbitů a obvody interface pro vstup/výstup.

Podle zprávy, zpracované jednou z vedoucích výzkumných firem „Frost a Sullivan“, se odhaduje, že v roce 1984 bude instalováno asi 18 milionů mikroprocesorových systémů a dva miliony minipočítačů s úplným vybavením periferiemi (v USA).

Je samozřejmé, že se mikroprocesory začínají uplatňovat i v amatérských konstrukcích a že se začínají objevovat různá zařízení

s mikroprocesory pro výuku ve školách nebo pro zájmovou činnost. K tomuto trendu přispívá nejen bohatý výběr typů, ale i velmi přiznivé ceny. Např. typ I8080 stojí v USA asi 30 dolarů, o něco levnější je typ MC6800. Rovněž je k dispozici velmi široký sortiment paměťových i jiných obvodů. Konečně je možné objednat si různé stavebnice mikropočítačů, které jsou cenově velmi výhodné. Pro profesionály, ale i pro amatéry jsou k dispozici i různé jednoduché mikropočítače. Jsou to např. typ SBC80/10 fy Intel (cena asi 250 dolarů) a typ KIM 1 fy MOS Technology (cena asi 245 dolarů). Mikropočítač KIM 1 má na společné desce mikroprocesor MCS6502, tlačítkovou soupravu, šestimístný sedmissegmentový displej LED, paměti ROM pro obsluhu tlačítkové soupravy a displeje, paměť RAM s kapacitou 1 kbyte a další pomocné obvody. Mikropočítač umožňuje (pomocí tlačítek) programování v hexadecimálním kódě a výsledky operací zobrazovat přímo na displeji.

Zajímavé možnosti poskytují mikroprocesory při řešení tzv. školních nebo domácích mikropočítačů. Blíže se zde zmíníme o programu FRED, který je rozvíjen firmou RCA. Tato firma vyrábí mikroprocesory COSMAC a další potřebné obvody technologií CMOS. Mikropočítač FRED může sloužit ve škole pro výuku a zkoušení studentů. Lze s ním také simulovat různé experimenty a demonstrační cvičení z fyziky, matematiky, výuky jazyků atd. Mikropočítač FRED je určen pro práci s programem, který si výběr uživatel. Programy jsou trvale uloženy na magnetofonových páskách v kazetách. Podle účelu si používatek výběr vloží kazetu a přes kazetový magnetofon nahraje program do paměti počítače. Používají se běžné kazetové magnetofony a běžné kazety. Program se „nahraje“ do paměti počítače za méně než 30 sekund.

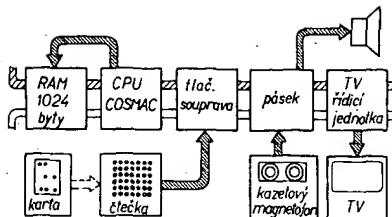
Mikropočítač FRED se obsluhuje pomocí 16místné tlačítkové soupravy. Podle potřeby lze používat různé maskovací šablony, které se pokládají na tlačítkovou soupravu a určují význam tlačítek pro různé programy.

Výstup mikropočítače se připojuje do antennních svorek televizního přijímače, který pracuje jako nenákladný dynamický výstupní displej. Na obrazovce lze pak zobrazovat čísla, slova, symboly nebo jednoduché obrazce.

Do systému FRED patří mikroprocesor COSMAS (RCA), tlačítková souprava, kazetový přehrávač a běžný televizní přijímač. Výrobce připravil i rozsáhlou knihovnu programů, tj. soubor kazet pro různé programy. Tato knihovna se průběžně doplňuje o další nové programy. K soupravě lze přikoupit i čtečku děrovaných karet a manuální děrovačkou karet a sestavovat si rychle a levně vlastní programy. Postupně se rovněž rozšiřuje i hardware – lze přikupovat další paměťové moduly RAM, programy v pamětech ROM a výstupní členy pro další využití systému FRED, např. pro automatizaci domácích prací.

Mikroprocesor COSMAS může navíc v tzv. minimálním systémovém uspořádání pracovat bez přídavných pamětí. Vystačí se s jedním napájecím napětím. Pro přímý přístup k paměti DMA je použit jeden kanál, což zjednoduší uložení programu z kazety i zobrazení výsledku na televizním displeji. Systém pak pracuje jako jednofázový s velkou zatížitelností výstupů.

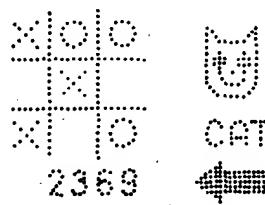
Základní architektura systému vyplývá z obr. 2. Do paměti RAM se ukládá jak program, tak i data. V minimálním uspořádání má RAM kapacitu 1024 byty. Paměť lze však rozšířit až na 4 kbytes. Vzhledem k ceno-



Obr. 2. Základní architektura systému FRED

vým refacím pamětí (cena „za jeden bit“) je u statických pamětí asi 7 centů, u dynamické paměti asi 2 až 3 centy) bude se dodávat standardní paměť 2 kbytes. Pro přepsání pásky za 30 sekund je zapotřebí sériový přenos s rychlosťí 300 bitů/sekundu. K zápisu do paměti 4 kbytes za stejnou dobu je třeba rychlosťi 1200 bitů/sekundu.

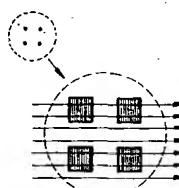
Využit televizního přijímače jako výstupního displeje je velmi výhodné, neboť televizor je k dispozici v každé domácnosti. K zobrazení se používají bílé body na černém pozadí, neboť se pak neuplatní šum obrazu. Pracuje se s uspořádáním v matici 32×32 , 16×64 a 32×64 body. Na obr. 3 je několik



Obr. 3. Příklady obrazců sestavených z bodů

obrazců s námětem hry, jednoduchého obrázku, slova, čísla nebo symbolu. Každý bod představuje stav určitého bitu v paměti. Je-li bit na úrovni log. 1, je bod rozsvícen (bílý) a naopak.

Změnou obsahu paměti se současně mění i obraz na televizní obrazovce. Pro uspořádání 32×32 a 16×64 bodů se vystačí pouze s pamětí 1024 bytů, což představuje 12,5 % z minimálního uspořádání 1024 bytů. Uspořádání 32×64 spotřebuje 25 % paměti RAM. Zbyvající část paměti se využije k vložení programu, dat a mezinásledků. Televizní řídící jednotka obsahuje obvody ke generování TV synchronizačních impulů a k volbě paměti přes DMA. Jednotlivé bity z každého bytu jsou použity pro generování obrazového signálu. Směs signálu (synchronizačního a obrazového) moduluje výstup jednoduchého výstupu oscilátoru. Výstupní signál se pak přivádí na antennní svorky televizoru.



Obr. 4. Uspořádání bodů na obrazovce

Uspořádání bodů na obrazovce je na obr. 4. (Jsem ukázán čtyři body). Každý bod má výšku dvou horizontálních rádků, stejně jako mezera. Osmibitový řádkový buffer je součástí TV řídící jednotky. Přeběh pro rádku

trvá 65 ms. Během trvání dvou zatemněných rádků je možno přivést z hlavní paměti a skladovat v bufferu (pomocné paměti) 64 bitů. Během dalších dvou přeběhů bity z bufferu modulují elektronový svazek obrazovky a vytvoří odpovídající obraz.

TV řídící jednotka generuje i programové přerušení (60x za sekundu), během něhož lze provádět různé časování pro množství aplikací.

Ke skladování programu se používají kazety, které lze přehrát na běžných kazetových přehrávačích (pořizovací cena asi 40 dolarů). K uložení sériových číslicových dat na pásek se používá pulsnečítací technika, která může pracovat s rychlosťí přenosu až 50 bytů za sekundu. Tato technika toleruje omyly nebo impulsy navíc a připojuje kolasání rychlosťi pásku až o 30 %. Vzhledem k možnosti výskytu chyb se přidává ke každému bytu na pásku jeden paritní bit. Pracuje se s jednostopým záznamem. Cílicové nebo informační bloky jsou vždy ohraničeny „stop“ tónem 4 kHz. Obvod k indikaci tohoto tónu reaguje pouze na dlouhé (0,5 s) spojité tóny.

Jako vstupní zařízení se používá tlačítková souprava v ceně asi 5 až 10 dolarů s různými šablonami, které vymezují určitou funkci určitému tlačítku.

HLAVNÍ PŘEDNOSTI SYSTÉMU FRED JE, že jeho aplikovatelnost není omezena pevným zapojením; podle fantazie a zkušenosti vlastníka lze rozvíjet možnosti aplikacního využití systému. Výrobce sám dosud vyuvinul přes 80 aplikací pro školní praxi a domácí zájemce.

Mikroprocesorové systémy mají čtyři hlavní oblasti využití. Jako první je to oblast obecného využití. Uvedme si některé příklady programů: čtyřfunkční dekadický kalkulačtor, hexabinární kalkulačtor, generátor náhodného šumu, audiovizuální demonstrátor, programovatelný časovač-kontrolér, jednoduché elektronické varhany, metronom, převodník mezi různými číslicovými soustavami, převodník vah a měr do metrické soustavy, elektronická kostka, reklamní displej apod. Zvětšením paměti na 2048 bytu lze vytvořit programovatelný kalkulačtor. Doplňením o ROM s příslušnými funkcemi lze využít kalkulačtu pro tzv. vědecké účely. Lze rovněž vytvořit specializované kalkulačky. Možnost synchronizovat některý blok s číslicovým programem vede k vytvoření audiovizu.

Druhou oblastí aplikací je oblast výuky a zkoušení. Lze naprogramovat lekce aritmetické, lekce pravopisu, různé skupinové hry, lekce morseovky, zkoušení reflexu, trénink paměti, lekce pro rozpoznaní významu slov, testy ke zkoušení logické dedukce atd.

Další oblastí aplikací jsou hry. Lze uvést větší počet příkladů: stolní tenis, fotbal, hra dvacet jedna, hra o život, přistání na měsíc, bludiště, stříleba na cíl, NIM apod. Podle firmy RCA je známo nejméně 500 her, které lze hrát s použitím mikropočítače.

Ctvrtou oblastí aplikací je oblast experimentování a programování. Je možnost využít počítače k-simulování různých obrazců, k syntéze prvků, pro strojní kódové programování, jako simulátoru chování jednoduchých systémů, jako logického simulátoru, jako počítače pro „Monte Carlo“ apod.

Uplatnění mikroprocesorů pro konstrukci mikropočítače pro školy a domácnosti je teprve v počátcích. Je zřejmé, že pro tyto aplikace jsou již dnes velmi výhodné technické možnosti a že je jen otázkou času, kdy budou rozvinuty v širším měřítku.

Devátý ročník konkursu AR a Obchodního podniku TESLA na nejlepší amatérské konstrukce

Podmínky letošního (devátého) konkursu AR-TESLA zůstávají v podstatě stejné jako v minulých letech. Konstruktéry upozorňujeme na nové tematické úkoly, vyhlášené OP TESLA.

Zveme vás k hojně účasti a přejeme vám dobré umístění v soutěži.

Podmínky konkursu

- Účast v konkursu je zásadně neanonymní. Může se ho zúčastnit každý občan ČSSR. Konstruktér, který se do konkursu přihlásí, označí žádanou dokumentací svým jménem a plnou adresou, příp. i dalšími údaji, jak je možno vejít s ním v co nejkratším čase do styku, např. telefonním číslem do bytu, do zaměstnání, adresou přechodného hydiště atd.
- Konkurs je rozdělen na tři kategorie. V kategorii I a II musí být v konstrukci použity jen součástky, dostupné v běžné prodejní síti, v kategorii III součástky čs. výroby (tedy i součástky, které je možno získat přímým jednáním s výrobním podnikem).
- K přihlášce, zasláne do 15. září 1977 na adresu redakce s výrazným označením KONKURS, musí být připojena tato dokumentace: podrobné schéma, naměřené vlastnosti, mechanické výkresy, kresby použitých dešek s plošnými spoji, reprodukce schopné fotografie vnějšího i vnitřního provedení (9 x 12 cm), podrobný popis činnosti a návod k praktickému použití přístroje; vše zpracované ve formě článku. Nebude-li dokumentace kompletní, nebude konstrukce hodnocena.
- Každý účastník konkursu je povinen dodat na požádání na vlastní náklady do redakce přihlášenou konstrukci a dát ji k dispozici k potřebným zkouškám a měřením.
- Do konkursu mohou být přihlášeny pouze konstrukce, které nebyly dosud na území ČSSR publikovány. Redakce si přitom vyhrazuje právo na jejich zveřejnění.
- Přihlášené konstrukce bude hodnotit komise, ustavená po dohodě pořadatelů. Její složení bude oznámeno dodatečně. Komise si může vyžádat i spolupráci specializovaných odborníků a laboratoří n. p. TESLA. Členové komise se nesmějí konkursu zúčastnit. Návrhy komise schvaluje s konečnou platností redakční rada AR v dohodě s Obchodním podnikem TESLA.
- Při hodnocení konstrukcí se bude kromě jejich vlastností a technického a mechanického provedení zvláště přiřídit k jejich reprodukovatelnosti, k uplatnění nových součástek a k původnosti zapojení a konstrukce, pokud by konstrukce byly jinak rovnocenné. Přednost v hodnocení budou mít ty konstrukce, které mají širší využití, např. vzhledem k různým průmyslovým aplikacím.
- Bude-li kterákoli kategorie obeslána mimořádným počtem konstrukcí odpovídající úrovni, budou druhá a třetí cena v příslušné kategorii zdrojeny, tj. budou vyhlášeny dvě druhé a třetí ceny v původně stanovené výši. Naopak si pořada-

telé vyhrazují právo neudělit kteroukoliv z cen a odpovídající částku převést na další ceny do těch kategorií, které budou nejlépe obeslány, popř. udělit čestné odměny ve formě poukázk na zboží.

- Všechny konstrukce přihlášené do konkursu, které budou uveřejněny v AR, budou běžně honorovány, a to bez ohledu na to, zda získaly nebo nezískaly některou z cen.
- Veškerá dokumentace konstrukcí, které nebudou ani odměněny, ani uveřejněny, bude autorům na vyžádání vrácena.
- Výsledek konkursu bude všem odměněným sdělen do 15. 12. 1977 a otištěn v AR 1/1978.

Kategorie konkursu

Kategorie byly podle vyspělosti a zájmu účastníků zvoleny takto:

I. kategorie

– jednoduché přístroje pro začátečníky a mírně pokročilé radioamatéry (především pro mládež od 14 do 18 let). Jde o jednoduchá zařízení, např. rozhlasové přijímače, hlučiaky, domácí telefony, zvilozače a různá jiná užitková zařízení, která by (kat. Ia) mohla obchodní organizace TESLA prodávat jako soubor součástek ve formě stavebnic pro mládež a začínající amatéry. Pokud půjde o konstrukce na plošných spojích, bude je prodávat prodejna Svatopluk, Praha 2-Vinohrady, Budečská 7 (tel. 25 07 33). Tato kategorie je rozdělena do dvou větví a dotována cenami takto:

a) *stavebnice pro začátečníky a mírně pokročilé:*

- cena: 1500 Kčs v hotovosti a poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 500 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 1000 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 500 Kčs.

b) *všechny ostatní jednoduché konstrukce pro začátečníky a mírně pokročilé z elektroniky a elektrotechniky:*

- cena: 1500 Kčs v hotovosti a poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 500 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 1000 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 500 Kčs.

II. kategorie

– libovolné konstrukce z nejrůznějších oboř elektroniky a radiotechniky s více než šesti aktivními prvků, přičemž aktivním prvkem se rozumí elektronika, tranzistor, popřípadě integrovaný obvod.

Kategorie je dotována takto:

- cena: 2000 Kčs v hotovosti;
- cena: poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 1500 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 1000 Kčs.

III. kategorie

– libovolné konstrukce z nejrůznějších oboř elektroniky a radiotechniky s více než šesti aktivními prvků.

Kategorie má tyto ceny:

- cena: 3000 Kčs v hotovosti;
- cena: poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 2500 Kčs;
- cena: poukázka na zboží v hodnotě 2000 Kčs.

Tematické prémie

Stejně jako v loňském roce, vypisuje i v letošním ročníku Obchodní podnik TESLA zvláštní prémie za nejúspěšnější konstrukci na daný námět. Tematické prémie budou vyplaceny, i když konstrukce získá první až třetí cenu v některé ze tří kategorií.

Tematické úkoly vyhlášené Obchodním podnikem TESLA

Ze sortimentu jedno i víceúčelových součástek, které jsou uvedeny na seznamu výrobků TESLA OP, zhotovte různá účelová zařízení, která jsou zajímavá z hlediska výchovy nového slaboproudého dorostu, zařízení pro zábavnou elektroniku, pomůcky pro práci ve slaboproudém oboru, jednoduchá a složitější měřicí a kontrolní zařízení, přístroje pro diagnostiku v servisní činnosti, zařízení pro vybavení pracoviště radioamatéra, zařízení pro zlepšení životního prostředí a další výrobky podle vlastního uvážení.

Podklady pro soutěž

Pro tuto soutěž je vypracován seznam součástek (výrobků), doporučených pro stavbu těchto zařízení (pomůcek). Seznamy součástek jsou k dispozici ve všech prodejnách Obchodního podniku TESLA. V těchto seznamech jsou uvedeny jak polovodičové součástky, tak elektronky a další jednoúčelové i víceúčelové díly. Jedním z kritérií při posuzování úspěšného zvládnutí soutěžního úkolu bude počet doporučovaných součástek, použitých v soutěžní práci. Cílem soutěže je mj. upozornit na široké aplikační možnosti vybraného sortimentu součástek, jež nakoupíte v prodejnách OP TESLA nebo prostřednictvím zásilkové služby TESLA OP, Uherský Brod, Moravská 92, tel. 2881.

Soutěžní práci je nutno předložit v rozsahu uvedeném v odstavci „Podmínky konkursu“, u bodu 2 je nutno splnit požadavky stanovené pro kategorie I a II.

postavte si sami v akci

HIFI-JUNIOR

NOVINKA! RS238A Junior

Stavebnice třípásmové Hi-Fi reproduktordové soustavy s vysokou zatížitelností, určené pro náročné posluuchače, pro stereofonní nebo kvadrofonní reprodukci. Dřevěná skříň je vhodná pro individuální výrobu. Soustava se hcdí zejména pro Hi-Fi zesilovače většího výkonu, např. TW120.

Stavební návod č. 8, elektrická výhodka a všechny reproduktordové systémy jsou už v prodeji.

Jmenovitá impedance	8 Ω
Maximální standardní příkon	20 VA
Maximální hudební příkon	40 VA
Char. citlivost pro 1 VA/1 m	83 dB
Kmitočtový rozsah v pásmu ± 5 dB	40 až 20 000 Hz
Činitel harm. zkreslení při P = 20 W	<2,5 %
Vnitřní objem	20 l
Rozměry	480 × 320 × 220 mm
Osazení	ARN668 nebo ARZ668, ARE689, ARV168

Maximální hudební příkon

Char. citlivost pro 1 VA/1 m

Max. akustický tlak v ose pro P = 80 W

Kmitočtový rozsah v ose v pásmu ± 4 dB

Činitel harm. zkreslení při P = 40 W

Rozměry

Osazení

80 VA

102 dB

120 dB

85 až 16 000 Hz

<3 %

1620 × 320 × 220 mm

8x ARE689, 4x ARV265

POZOR – AKTUALITY – NEPŘEHLEDNĚTE!

Z nedostatkového materiálu opět v prodeji:

- síťové transformátory a další díly k zesilovači TW40 Junior
- sady dílů pro stavbu gramofonu SG60 Junior
- sady dílů pro stavbu koncového zesilovače TW120 Junior
- konektory všech druhů pro přístroje řady Hi-Fi Junior
- nízkorezonanční vysokotónové a jiné speciální reproduktory především pro soustavy RS20, 22, 21, 238 828 Junior
- různý materiál podle aktuální nabídky pro přístroje řady Hi-Fi Junior.

Veškeré zboží je pouze v omezeném množství. Upozorňujeme, že můžeme dodávat výhradně součásti přístrojů podle stavebních návodů Hi-Fi Junior, popř. podle zvláštní nabídky v podnikové inzeraci. Informace o současné nabídce přímo v prodejně.

NOVINKA! RS828 Junior

Stavebnice dvoupásmového ozvučovacího reproduktordového sloupu s vysokou účinností a zatížitelností, pro diskotéky, hudební soubory a, divadla. Určeno pro zesilovače většího výkonu, např. TW120 nebo MONO 130. Dřevěná skříň je vhodná pro individuální výrobu.

Stavební návod č. 9 a všechny reproduktordové systémy jsou už v prodeji.

Jmenovitá impedance

Maximální standardní příkon



ELEKTRONIKA
podnik UV Svazarmu

Ve Smečkách 22, 110 00 Praha 1, ČSSR
telefon: 24 83 00

Tyristory

jsou polovodičové průky, které poskytují amatérům i profesionálům aplikační možnosti při konstruování různých elektronických zařízení, např. stmívačů svítidel, regulátorů elektrospotřebičů, regulátorů výkonu (rychlosť otáčení) univerzálních motorů na střídavý proud, časových spínačů, kondenzátorového zapalování do automobilů atd. Tyto spínací prvky pro regulaci malého výkonu vám nabízíme v následujícím výběru

TYRISTORY p-n-p-n do 15 A

KT501, KT503, KT504, KT505, KT506, KT508/50, KT508/100, KT508/200, KT508/300, KT508/400, KT710, KT711, KT712, KT713, KT714, KT701, KT702, KT704, KT705, KT706, KT707, KT708.

Tyristory v pouzdru z plastické hmoty

KT401/100, KT401/200, KT401/300, KT401/400.

RYCHLÉ TYRISTORY

KT119, KT120.

TRIAKY do 15 A

KT205/400, KT205/600, KT730/800, KT207/300, KT207/400, KT207/600, KT773, KT774, KT772, KT782, KT783, KT784.

DIAKY

KR205, KR206, KR207.

Soukromí zájemci i socialistické organizace mohou uvedené typy tyristorů i ostatních prvků požadovat ve většině značkových prodejen TESLA. Budou-li pro velký zájem v některé z prodejen tyristory vyprodány, obratem tyto prodejny dozásobíme a prodejna, která vás vzala do zájmu, vás ihned uvědomí.

Bližší obchodní informace nebo zprostředkování většího nákupu tyristorů můžete žádat na adresu: TESLA – OP, odbor nákupu součástek, Praha 1, PSČ 113 40, p. s. 764, Dlouhá třída 35, při osobním styku Praha 8-Karlín, Sokolovská 95, 1. patro, telefony 275 156 až 8, 638 05 až 6, 614 32.

PRODEJNY TESLA